

6316



ЭЛЕКТРОННАЯ

№2-1970

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



МИНИСТЕРСТВО
ЭЛЕКТРОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Работники электронной промышленности досрочно выполнили пятилетнее задание на 1966-1970 гг. по объему производства. До конца текущего года сверх заданий пятилетнего плана будет изготовлено дополнительное количество полупроводниковых приборов, изделий микроэлектроники, кинескопов и другой электронной техники. Коллективами предприятий проведена большая работа по выявлению и использованию резервов производства, совершенствованию существующих и внедрению новых технологических процессов. За 1966-1970 годы введено в действие и освоено большое количество новых высокопроизводительных агрегатов, поточных линий

го

и труда
пре года.

ь труда
по
дом
цента.

зда», 12 ноября 1970 г.

ВАШЕ
ОБЩЕСТВО

МОСКВА
1970



На дом
не выдается
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

FANUC6.RU
САЙТ СТАРЫХ ЧПУ

СОДЕРЖАНИЕ

3 *Стуколов П.М.* Навстречу XXIV съезду КПСС

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- 8 *Филатов О.В.* Хозяйственный расчет в объединении
- 13 *Кабанов Е.И.* Формирование фонда оплаты по труду в новых условиях
- 16 *Кацман Я.А.* План социального развития в действии

ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

- 25 Автоматизация контроля и эффективность производства
- 27 *Концевой Ю.А.* Методы физического контроля в производстве

НАДЕЖНОСТЬ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

- 35 *Фомин В.А., Васильев В.А., Закс Е.Н.* Обеспечение высокого качества в промышленности
- 39 *Петренко А.П.* Статистический анализатор с аналоговым решающим устройством

40 *Сироткин В.С., Иоаннисянц Т.А., Петров В.П., Пресс Ф.П.* Оптимизация операции скрайбирования

ИССЛЕДОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ, МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ

- 41 *Гусаков В.М., Парфенов Р.И., Боганкевич Т.В.* Использование ЭВМ для расчета интегральных схем на МОП-транзисторах
- 45 *Лошаков В.Н.* Система автоматизации проектирования больших интегральных схем с применением ЭВМ

ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

- 51 *Золотарев В.Ф.* Безвакуумные аналоги телевизионных передающих трубок
- 59 *Берлин Г.С.* Механотронные преобразователи и их применение
- 66 *Мавродиадн В.Г.* Что может дать электроника сельскому хозяйству

Научно-техническая библиотека ТНИ №

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ТЕХНОЛОГИЯ

- 70 *Логунов В.И.* Применение остросфокусированных ионных лучей в микроэлектронике
- 73 *Лаврищев В.П., Боков Ю.С., Хитрикова Н.Г., Смирнова Г.И., Сурина А.В., Беляков В.М.* Фотолитография на органических пленках
- 75 *Шмидт Х., Шеллер Д., Дубнак Ю.* Методы очистки кремния

ОБОРУДОВАНИЕ

- 79 *Носов Ю.Р., Ламнев Л.С., Онегин Е.Е., Калошкин Э.П., Рычаго А.Д., Гойденко П.П., Кузьмичев Г.П.* Высокопроизводительная поточно-механизированная линия производства полупроводниковых диодов в пластмассовом корпусе
- 85 *Глазков И.М., Зворыкин Д.Б., Шадурский Г.П., Мальто В.И.* Фотошаблоны и оборудование для их производства

ОБМЕН ОПЫТОМ

- 91 Социалистическое соревнование на предприятиях отрасли
- 93 *Большаков В.М., Борисов Н.П., Казаква М.К., Тульчинский С.Я.* Повышение термостойкости сварных соединений ЭВП

- 98 *Бабушкин М.М.* Применение коротковолнового ИК излучения для терморadiационной сушки полупроводниковых приборов

- 100 *Маринина Г.А., Бирюкова Г.С., Головина К.Н., Ханова Н.А.* Защита оборудования, работающего в агрессивных средах

- 103 *Гореликов А.И., Судак Н.М.* Модернизация станков для резки полупроводниковых материалов алмазными дисками

- 103 *Назаренко В.П., Скнарин Г.Е.* Эвристическое программированное обучение на заводе

- 105 *Кунин В.И.* Народные университеты

НОВОСТИ - СООБЩЕНИЯ - ХРОНИКА

- 109 *Васенков А.А.* Ежегодная международная конференция по полупроводниковой электронике

- 113 *Мавродиади В.Г.* Электроника на международных выставках

- 119 Изделия советской электроники за рубежом

- 120 *Степанов Н.П.* На повестке дня - научно-техническое прогнозирование

Завершается последний год пятилетки. Страна готовится к XXIU съезду КПСС. Важное народнохозяйственное значение имеют задачи, поставленные XXIII съездом КПСС и последующими решениями Пленумов ЦК КПСС перед электронной промышленностью, предусматривающие наиболее высокие темпы роста производства. Электроника бурно вторгается во все сферы человеческой деятельности, обеспечивая неуклонный рост экономики, расцвет науки и культуры страны. Являясь базовой отраслью, электроника в настоящее время комплекует продукцию 16 тыс. предприятий страны во всех отраслях народного хозяйства. На основе электроники создаются и вводятся в действие новые комплексы аппаратуры, оборудования, электронно-вычислительных машин, средств автоматизации, связи и телевидения. Предприятия и организации электронной промышленности, широко развивая успехи, достигнутые в социалистическом соревновании в честь 100-летия со дня рождения В.И.Ленина и постоянно ощущая помощь партии и правительства, досрочно выполнили повышенное пятилетнее задание на 1966-1970 гг. по темпам роста объема производства в феврале 1970 г., по объему производства - к 7 сентября 1970 г., по росту производительности труда - к 1 января 1970 г., т.е. за четыре года. В 1970 г. объем производства изделий электронной техники по сравнению с 1965 г. возрос в несколько раз.

За текущую пятилетку выпуск товаров народного потребления увеличится в три раза. Установленное электронной промышленности задание по производству товаров культурно-бытового назначения выполнено в первом квартале 1970 г. В течение пятилетки ликвидирован существовавший длительное время дефицит в электронных изделиях по основной номенклатуре, причем качество их резко повысилось. Объем выпускаемых у нас сверхвысоко-частотных приборов полностью обеспечивает потребности народного хозяйства страны. Целый ряд электровакуумных приборов (приемно-усилительные лампы, генераторные лампы, электронно-лучевые приборы, кинескопы для черно-белого и цветного телевидения, рентгеновские трубки и др.) не уступает лучшим зарубежным образцам. Значительно повысился уровень выпускаемых радиодеталей и радиокомпонентов. За последние годы создана отрасль радиокомпонентов, насчитывающая десятки промышленных предприятий.

Особое развитие получили полупроводниковая техника, микроэлектроника и квантовая техника. Диапазон частот и мощностей транзисторов за пять лет увеличился более, чем на порядок. Разработаны и освоены в серийном производстве газовые оптические генераторы.

Предприятия и организации отрасли проделали большую работу по расширению областей применения изделий электронной техники, а также по увеличению номенклатуры товаров народного потребления.

По рекомендации Экспертно-художественного совета Министерства предприятиями отрасли освоен выпуск малогабаритных переносных телевизоров, магнитофонов, переговорных устройств, детских радиоконструкторов, елочных украшений и других предметов культурно-бытового назначения.

Достигнутые успехи электронной промышленности стали возможными благодаря созданию мощной научно-конструкторской и производственной базы, а также благодаря проведению работ по интенсификации производственных процессов и совершенствованию методов планирования и управления в отрасли. За пятилетие работниками научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций разработано и внедрено около 1800 типов новых приборов.

Совершенствование конструкции и технологии выпускаемых приборов, повышение технического и организационного уровня производства позволили осуществлять постоянное снижение оптовых цен на изделия, в результате которого за 1966-1970 гг. потребители наших изделий получили экономию в сумме около 2 млрд.руб. Размер экономии от снижения цен на миллион рублей выпускаемой продукции возрос в этой пятилетке почти в три раза.

Развитие прогрессивных направлений электронной техники потребовало создания производств на принципиально новой технической основе. В связи с этим большое внимание было уделено расширению производства специального технологического оборудования, выпуск которого за текущее пятилетие увеличился. За период 1966-1970 гг. изготовлено и внедрено 1464 технологических линий и комплектов оборудования. Только в 1970 г. на предприятиях электронной промышленности будет изготовлено несколько тысяч единиц оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры и приборов.

Проведенная работа по техническому оснащению всех направлений электронной промышленности позволила преодолеть снижение уровня фондоотдачи, имевшее место в период 1961-1965 гг. За 1965-1970 гг. фондоотдача в электронной промышленности и съём продукции с 1 кв.м существенно возросли. Повышение фондоотдачи в отрасли, как этого требует процесс интенсификации производства, сопровождается неуклонным ростом производительности труда. Достаточно отметить, что если в 1961-1965 гг. для обеспечения роста объема производства потребовалось увеличить численность работающих (рост производительности труда составлял всего 18%), то уже в 1965-1970 гг. рост объема производства обеспечивается в основном за счет роста производительности труда, который составляет 82%.

Материальные затраты на рубль выпускаемой продукции в восьмой пятилетке снизились почти в 1,4 раза, а трудовые затраты - более, чем в 1,5 раза.

В вопросах экономии овеществленного и живого труда большое значение имело проведение единой технической политики в области стандартизации и типизации технологических процессов как основы рациональной специализации и концентрации производства.

В настоящее время в отрасли уже существует целый ряд государственных стандартов на параметры основных классов приборов, и в ближайшее время будут стандартизированы ряды основных параметров всех классов приборов. Эффективность применения параметрических рядов и базовых конструкций очень высока. Так, в результате стандартизации параметров и базовых конструкций трансформаторов вместо 10000 различных конструкций и 43000 типонаименований мы имеем сейчас лишь 224 конструкции для 5180 типонаименований. На основе двух базовых конструкций сейчас выпускаются десятки миллионов миниатюрных приемно-усилительных ламп 134 типов. Проведение комплексной стандартизации (унификация конструкции кинескопов, разработка и внедрение типовой технологии изготовления и создание современных, высокопроизводительных линий их производства) позволило в 4 раза увеличить гарантированную долговечность кинескопов и в 3 раза снизить их себестоимость.

В настоящее время в отрасли действует 214 типовых технологических процессов, от внедрения которых получен экономический эффект свыше 300 млн.руб.

Для повышения эффективности производства огромное значение имеет работа по дальнейшей специализации предприятий отрасли. Рационально перераспределен выпуск продукции по заводам в соответствии с конструкторско-технологической однородностью изделий. Таким образом, предприятия освобождены от выпуска несвойственной отрасли продукции, а вновь строящиеся заводы имеют четкую специализацию. В результате проделанной работы 94% заводов отрасли полностью специализируются на выпуске изделий электронной промышленности. Из них 75% предприятий специализируются по определенным направлениям электронной техники, из которых половина занята изготовлением продукции, однородной по своим конструктивно-технологическим признакам.

В этом же направлении в отрасли проведена большая работа по созданию широкой сети филиалов предприятий, имеющих подетальную и технологическую формы специализации. Организация таких филиалов, как правило, с бесцеховой структурой управления, позволила повысить производительность труда работающих.

Уже к концу 1969 г. в электронной промышленности был завершен перевод предприятий на новую систему планирования и экономического стимулирования, поставившей на более высокую ступень вопросы совершенствования планирования, хозяйственного расчета и управления.

На основе разрабатываемых прогнозов непрерывно совершенствовалась внутриотраслевая структура производства за счет развития в соответствующие периоды наиболее прогрессивных направлений, которые привели к существенным сдвигам в отраслевой структуре производства: резко увеличился удельный вес полупроводниковой электроники, интегральных микросхем, твердотельных СВЧ приборов и новых электровакуумных приборов и радиокомпонентов; и в то же время значительно уменьшился удельный вес традиционных элементов (резисторов, конденсаторов и приемно-усилительных радиоламп).

В повышении уровня планирования и управления большое значение имеют развернувшиеся в отрасли работы по внедрению автоматизированных систем управления. В электронной промышленности был впервые осуществлен автоматизированный контроль ежедневного выполнения плановых заданий, что явно повысило ритмичность производства.

В настоящее время ГВЦ Министерства решает ряд задач по подсистемам управления процессами сбыта, материально-технического снабжения, планово-экономической деятельности. С помощью ЭВМ определяется потребность в изделиях отрасли на планируемый год, производится распределение фондов на продукцию между фондодержателями и формирование фондовых извещений по всей номенклатуре изделий, анализируется ход выполнения плана поставок изделий фондодержателям, определяется потребность в материалах, проводится расчет построения оптимального плана производства и обрабатывается ряд статистических и бухгалтерских форм отчетности по всем подсистемам, входящим в отраслевую автоматизированную систему управления.

На многих предприятиях отрасли внедряются автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП). Решаются задачи оперативно-календарного планирования, сбыта готовой продукции, по труду и зарплате, финансовым операциям, учету материальных ценностей, обеспечению рабочих мест комплектовочными изделиями и материалами и контролю за работой оборудования.

В совершенствовании конкретных организационных форм управления наукой и производством важное значение имело создание объединений. В настоящее время в отрасли уже действует 15 объединений различных типов: 7 производственно-технических, 6 научно-производственных, 1 научно-техническое и 1 проектно-конструкторское.

Несмотря на небольшой срок действия большинства объединений отрасли, уже сейчас можно отметить положительные результаты

их деятельности. Так, в 1970 г. удельный вес объема реализуемой продукции объединений в общем объеме Министерства составил 26,6%, а удельный вес численности промышленно-производственного персонала - всего 21,2%; темпы производительности труда в объединениях составят 14,6%, а по министерству в целом - 13,4%.

Досрочно завершив задание пятилетнего плана, работники предприятий и организаций отрасли приняли повышенные социалистические обязательства в честь XXIV съезда КПСС, направленные на совершенствование существующих и создание новых видов изделий электронной техники, на дальнейшее выявление и использование внутренних резервов производства, на повышение эффективности работы оборудования, на снижение материальных и трудовых затрат. В принятых обязательствах большое внимание уделяется увеличению выпуска товаров культурно-бытового назначения, имеющих массовый спрос, а также оказанию помощи сельскому хозяйству.

К открытию XXIV съезда КПСС будет освоено свыше 400 новых изделий электронной техники. Предприятиями электронной промышленности будут разработаны и изготовлены опытные образцы точно-механизированной линии для производства интегральных схем, в которой будет осуществлена автоматизация контроля и управления производственного процесса на основе применения ЭВМ.

Разрабатываются и внедряются в производство новые прогрессивные технологические процессы и рациональные методы организации производства.

Внедрена прогрессивная технология изготовления пассивных элементов тонкопленочных схем с использованием лазерной техники, позволившая увеличить в три раза выход годных элементов (резисторов и конденсаторов). Экономический эффект составит более 345 тыс.руб. в год.

Организован участок с новым прогрессивным технологическим процессом автоматизированной нарезки резисторов с программным управлением и автоматической раскалибровкой. В результате внедрения этой технологии и оборудования улучшилось качество и снизились себестоимость и трудоемкость изделий заданных номиналов. Годовой экономический эффект достиг 90 тыс.руб. Внедрение данной технологии и оборудования для производства резисторов на всех предприятиях Министерства обеспечит годовую экономию в размере 500 тыс.руб.

Внедрение только одной полуавтоматической линии производства магнитоуправляемых контактов позволило высвободить до 100 человек рабочих и получить 600 тыс.руб. экономии в год, а в 1971 г. в результате модернизации линии ее мощность увеличится более, чем в 3 раза.

Предприятия и организации отрасли в своих обязательствах, принятых в честь XXIV съезда КПСС, особое внимание уделяют увеличению объема производства товаров, пользующихся повышенным спросом, разработкам новых изделий. Намечено организовать серийное производство малогабаритных переносных телевизоров, магнитофонов, громкоговорителей, термосов и других изделий. В честь открытия съезда партии будет разработано 40 новых видов товаров народного потребления, среди которых малогабаритная фотовспышка, электробытовые регуляторы напряжения, радио-конструкторы, серия новых сувениров и елочных украшений.

В соответствии с решением июльского (1970 г.) Пленума ЦК КПСС «Об очередных задачах партии в области сельского хозяйства» в принятых обязательствах предусматривается увеличение объема производства и расширение номенклатуры изделий для нужд сельского хозяйства.

Научно-исследовательские и конструкторские организации Министерства по предложению «Союзсельхозтехники» приняли к разработке с последующей организацией серийного производства 14 наименований электронных приборов для автоматизации таких трудоемких операций сельскохозяйственного производства, как, например, управление световым режимом птичников. К таким при-

борам относятся генераторы импульсов для электронной изгороди, приборы для обнаружения металлических предметов в организме животных, срезания рогов и клеймения скота, слежения за уровнем воды в ирригационных системах и др. Совместно с Министерством заготовок СССР, Министерством мясной и молочной промышленности СССР и Министерством связи СССР предприятия отрасли планируют разработать на базе применения СВЧ техники и организовать производство приборов для определения влажности зерна, автоматизировать десять технологических процессов на предприятиях мясной и молочной промышленности и создать комплекс аппаратуры для низовой радиорелейной телефонной связи для сельскохозяйственных районов. Объем поставок и услуг для нужд сельского хозяйства в 1971 г. по сравнению с 1970 г. должен возрасти на 20%.

Выполнение принятых обязательств потребует от работников электронной промышленности больших усилий, направленных на дальнейшее повышение технического уровня выпускаемых изделий, увеличение объема поставок их на экспорт, расширение фронта работ по механизации и автоматизации производственных процессов и повышение организационного уровня производства.

Намеченное освоение и расширение производства новых изделий электронной техники и товаров народного потребления предъявляет особые требования к вопросам снижения себестоимости продукции. Необходимо принять самые энергичные меры, способствующие повышению серийности и массовости производства новых изделий и всестороннему выявлению резервов дальнейшего снижения материальных и трудовых затрат выпускаемой продукции.

Большое внимание следует уделить внедрению прогрессивных технологических процессов, передовых методов и форм организации производства и управления, позволяющих свести к минимуму имеющиеся потери рабочего времени, повысить эффективность использования оборудования и оперативность исполнения принятых решений.

Вступая в первый год новой пятилетки, предусматривающей дальнейшие опережающие темпы развития электронной промышленности, работники отрасли вместе со всеми трудящимися страны встретят XXIУ съезд партии досрочным выполнением принятых социалистических обязательств и внесут достойный вклад в общее дело построения материально-технической базы коммунизма.

П. М. СТУКОЛОВ

ЭКОНОМИКА **и организация производства**

О.В.ФИЛАТОВ

ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ РАСЧЕТ В ОБЪЕДИНЕНИИ

Организация и эффективность хозяйственного расчета и вся система управления объединением в значительной мере зависит от правильного выбора его структуры. Объединение пяти заводов, пяти опытно-конструкторских бюро и двух филиалов заводов в единый производственно-хозяйственный комплекс предопределило производственную и организационную структуру одной из крупнейших производственных и научно-технических фирм отрасли. В это Объединение широкого профиля, организованное как территориально-отраслевое, специализирующееся на производстве электровакуумных и полупроводниковых приборов, наряду с предприятиями основного профиля входят специальный завод, изготавливающий полуфабрикаты для основного производства, а также конструкторская и производственная база машиностроения, которая обеспечивает разработку и изготовление нового технологического оборудования.

Опыт показал, что такая производственная структура Объединения которая включает в единый хозяйственный организм промышленные предприятия, опытно-конструкторские организации, предприятия основного и смежного профиля, наиболее рациональна. Она создает объективные предпосылки для оперативного решения внутри Объединения вопросов планирования и организации производства и повышает его ответственность за качество продукции и выполнение заданий государственного плана.

При организации такого Объединения в основу были положены два принципа: входящие в состав Объединения производственные единицы — заводы и организации — утрачивали права самостоятельных предприятий, лишались прав юридического лица; аппарат головного предприятия одновременно стал органом управления фирмы в целом. Отдельного аппарата управления Объединением не создавалось. Объединение при этом наделяется необходимыми основными и оборотными средствами, имеет единый государственный план, самостоятельный баланс, единый расчетный счет в Госбанке и является юридическим лицом. Все функции, определяющие техническую и экономическую политику и перспективы развития Объединения (планирование всей производственно-хозяйственной деятельности объединения, его предприятий и организаций, руководство научно-исследовательскими, проектными и конструкторскими работами, по нормализации и стандартизации, по технической информации;

механизация и автоматизация производственных процессов; научная организация труда и техническая эстетика; организация машиностроения и инструментального хозяйства; разработка материальных нормативов; материально-техническое снабжение и сбыт; охрана труда и техника безопасности, рационализация и изобретательство; механизация вычислительных работ; капитальное строительство и реконструкция предприятий; финансы и бухгалтерский учет) централизованы. Входящие в состав Объединения заводы сохранены в виде отдельных производственных единиц и действуют на основе внутрифирменного хозрасчета. Каждый из заводов имеет свой аппарат управления, который возглавляет директор-распорядитель, главный инженер и заместитель директора по общим вопросам. Директора-распорядители самостоятельно руководят производством, распоряжаются предоставленными им фондами и средствами, трудовыми и материальными ресурсами, несут ответственность за выполнение плановых заданий.

В соответствии с Уставом в Объединении созданы и действуют Совет объединения и технико-экономический совет. Совет объединения – совещательный орган при генеральном директоре объединения. В его состав входят заместители генерального директора, главные специалисты, директора-распорядители заводов, начальники ОКБ и представители общественных организаций. Деятельность Совета Объединения сочетает принципы единоначалия и коллегиальности. Он обсуждает важнейшие вопросы деятельности Объединения, все вопросы, связанные с переводом Объединения на новую систему планирования и экономического стимулирования, образования и распределения поощрительных фондов, положения о премировании работников и другие важнейшие вопросы деятельности Объединения. В обсуждении их принимают участие руководители партийных и профсоюзных организаций всех заводов.

Технико-экономический совет состоит из высококвалифицированных инженеров, конструкторов, технологов, экономистов и других специалистов, передовых мастеров и рабочих-новаторов. Он призван решать технические и экономические задачи, вопросы внедрения в производство достижений науки и техники, изобретений и рационализаторских предложений.

С утверждением в октябре 1965 г. Положения о социалистическом государственном производственном предприятии объединения (фирмы) получили юридическое признание. Их права и обязанности определены законом. Предоставление Объединению права отраслевого главного управления определяет его место в структуре министерства. С этого времени Объединение подчинено непосредственно одному из заместителей министра.

Планирование всей деятельности Объединения производится функциональными главными управлениями министерства. Таким образом, вместо обычной трехзвенной системы управления (министерство – главк – предприятие) применяется более современная двухзвенная (министерство – производственное объединение). Двухзвенная система управления имеет большие преимущества перед трехзвенной. Объединение несет полную ответственность перед государством за развитие техники и производства по ряду важных направлений. Оно обязано обеспечивать конструкторскую разработку образцов на уровне современных требований, организацию производства изделий в объеме, достаточном для полного удовлетворения потребностей народного хозяйства. В этом отношении Объединение поставлено в разное положение с отраслевыми главными управлениями министерства.

Непосредственные деловые отношения Объединения с Главснабом, Главкомплектком и министерством способствуют улучшению материально-технического снабжения и сбыта продукции. Так, около 60% номенклатуры изделий реализуется в порядке прямых связей. По этим изделиям Объединение самостоятельно учитывает потребности и определяет объем производства. Таким образом, Объединение пользуется правами и производственного предприятия и

отраслевого главка министерства. Оно не является промежуточным звеном между министерством и предприятиями, а представляет собой единую производственно-хозяйственную единицу, непосредственно выступающую в качестве производителя, покупателя и продавца. Именно благодаря этому хозрасчет Объединения (фирмы) соответствует научному определению полного хозрасчета.

Хозрасчет Объединения отличается от хозрасчета отдельных предприятий прежде всего тем, что фирма обладает более широкими правами и самостоятельностью. Договоры с поставщиками и покупателями, как правило, заключает Объединение, оно же осуществляет и все расчеты по приобретению материалов и полуфабрикатов и реализации продукции. Директора-распорядители заводов заключают договоры с поставщиками и покупателями только по доверенности и от имени Объединения. Материалы и полуфабрикаты, как правило, в соответствии с потребностью поступают на заводы, а готовую продукцию они отгружают в адрес покупателей по указаниям отдела сбыта Объединения.

Объединение непосредственно производит расчеты с государственным бюджетом по оплате производственных фондов и оборотных средств, налога с оборота и свободного остатка прибыли, кредитуются по обороту и при необходимости пользуется другими видами банковского кредита, составляет и представляет Госбанку кредитные заявки, оформляет и получает ссуды, погашает их, вносит плату за пользование кредитами. Оно непосредственно осуществляет все внутриминистерские расчеты по перераспределению прибыли, амортизационных отчислений и оборотных средств; производит целевые отчисления на образование фонда освоения новой техники, на премирование за создание и внедрение новой техники, на финансирование научно-исследовательских работ, на содержание вышестоящей организации.

Объединение непосредственно ведет все финансовые операции по капитальному строительству и приобретению основных средств, а также по капитальному ремонту. Оно обеспечивает взносы амортизационных отчислений на полное восстановление и капитальный ремонт основных фондов на соответствующие счета в Госбанке и Стройбанке СССР. Фонды экономического стимулирования также создаются централизованно по утвержденным Объединению нормативам.

Объем производства и реализации продукции определяется в Объединении по трестовскому методу. При этом из объема производства и реализации продукции фирмы исключается внутрифирменный оборот — взаимные поставки продукции заводами. Во внутрифирменном обороте продукцию оценивают по фактической себестоимости. Система внутрифирменного хозрасчета обеспечивает заводам широкую оперативную хозяйственную самостоятельность, которая в решении основных производственных вопросов не меньше, чем у отдельных предприятий.

Объединение передает заводам в пользование необходимые основные фонды и устанавливает им норматив оборотных средств. Иногородним заводам открыты текущие счета в местных учреждениях Госбанка, на которые перечисляются средства, необходимые для выплаты заработной платы и производства хозяйственных расходов в пределах утвержденных сметных назначений. Заводы имеют отдельный баланс и ведут бухгалтерский учет по сокращенной номенклатуре счетов в соответствии с инструктивными указаниями главной бухгалтерии Объединения.

Заводы освобождены от выполнения некоторых снабженческо-бытовых, финансовых и других функций, исполнение которых связано с операциями купли-продажи, договора-подряда и с другими отношениями с "внешним миром". Вместе с тем необходимые права в области планирования, совершенствования техники и технологии, труда и заработной платы, управления производственно-хозяйственной деятельностью, предусмотренные Положением о социалистическом государственном производственном предприятии, им сохранены.

Объединение устанавливает заводам плановые задания по тем показателям, которые установлены для предприятий, перешедших на новые условия планирования и экономического стимулирования — объем реализации продукции, производство продукции в натуральном выражении и т.д.

Плановый фонд материального поощрения распределяется по заводам дифференцированно, исходя из напряженности плановых заданий по основным показателям. Фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства в основном централизован для строительства жилья и объектов культурно-бытового назначения, предназначенных для работников всех заводов Объединения. Часть этого фонда, используемая для финансирования социально-культурных мероприятий, распределяется по заводам пропорционально численности работающих. Фонд развития производства полностью централизован и используется в соответствии с планом технического прогресса Объединения.

Плановые суммы поощрительных фондов распределяются по заводам Советом Объединения. Совет устанавливает также основные направления использования средств всех фондов экономического стимулирования. Заводы используют свои поощрительные фонды самостоятельно в соответствии с действующими положениями.

Таким образом, действуя на основе внутрифирменного хозрасчета, заводы имеют неограниченные возможности для проявления инициативы в деле совершенствования всех сторон своей производственно-хозяйственной деятельности. Эти возможности не меньше, чем у отдельных самостоятельных предприятий. Имеются все основания сказать, что сложившаяся таким образом организационная структура, система управления, внутрифирменный хозрасчет выдержали испытание временем. С начала своего существования Объединение систематически выполняет государственный план по основным технико-экономическим показателям. С переходом Объединения на новую систему планирования и экономического стимулирования значительно повысилась экономическая эффективность производства. Увеличились темпы выпуска товарной продукции и роста производительности труда. Улучшилось использование основных производственных фондов.

Опыт показал, что крупные производственные фирмы являются наиболее прогрессивной формой организации и управления промышленным производством по сравнению с отдельными предприятиями. Создание производственного объединения, как хорошо слаженного хозяйственного организма, требует проведения очень большой работы по созданию более совершенной системы управления. Это процесс непрерывный и чрезвычайно многогранный. Главным направлением в нем являются, во-первых, совершенствование экономических методов управления производственно-хозяйственной деятельностью объединения, во-вторых, внедрение вычислительной техники в управление производством.

В Объединении все цехи заводов основных и вспомогательных производств действуют на основе хозяйственного расчета. Хозрасчетными они были и до перехода Объединения на новую систему планирования и экономического стимулирования. В условиях хозяйственной реформы система внутризаводского хозрасчета подвергалась коренному изменению. При этом использовался опыт передовых предприятий страны. Однако действующая в Объединении система внутризаводского хозрасчета и материального стимулирования разрабатывалась самостоятельно с учетом конкретных условий организации и экономики производства.

Интересно рассмотреть решение основных вопросов организации внутризаводского хозрасчета в новых условиях на примере головного завода Объединения. Основным производственным цехам этого завода утверждаются годовые и квартальные планы по следующим показателям:

— сборочным цехам — по объему товарной продукции в стоимостном выра-

жении (в оптовых ценах предприятия), заготовительным — в нормо-часах;

- номенклатуре выпуска товарной продукции в натуральном выражении;
- общему фонду заработной платы;
- цеховой себестоимости товарной продукции;
- сумме платы за производственные основные и оборотные фонды.

Кроме того, сборочным цехам устанавливается еще плановое задание по сумме прибыли от выпуска товарной продукции. Вспомогательным цехам главного механика и главного энергетика утверждаются производственные задания в зависимости от специфики цеха, фонд заработной платы и удельные нормы расхода топлива и энергии. Производственным цехам устанавливается плановая сумма фонда материального поощрения на год с распределением по кварталам, дифференцированно, в зависимости от напряженности плановых заданий, принятых цехами.

Фондообразующими показателями по заготовительным цехам являются: рост объема производства товарной продукции и производительности труда, а по сборочным цехам — рост производительности труда и снижение себестоимости продукции. В зависимости от этих показателей по утвержденной шкале цехам устанавливается часть фонда материального поощрения, предназначенная для премирования инженерно-технических работников и служащих. Размер премии дифференцирован по цехам в процентах к должностным окладам.

Часть фонда материального поощрения, предназначенная для премирования рабочих, распределяется по цехам пропорционально плановой сумме фонда заработной платы рабочих.

В Объединении применительно к конкретным условиям производства тщательно отработывались системы премирования работников. Дополнительные условия премирования инженерно-технических работников и служащих определены конкретно в цифрах по всем цехам, отделам и подразделениям заводов. Например, по заготовительным, сборочным и контрольным цехам премии работникам снижаются за невыполнение подекадного плана выпуска товарной продукции на 10% (за каждую декаду). За невыполнение плана выпуска каждого изделия по спецификации (ассортименту) сборочным цехам премии снижаются на 4–20%, по заготовительным цехам на 0,5–1,0%. За каждый процент превышения плановой нормы технологических потерь и потерь от брака сборочным цехам премии снижаются на 2–10%.

Премирование рабочих из фонда материального поощрения на заводах Объединения осуществляется на основе положений, разработанных цехами и утвержденных в установленном порядке. Показатели и условия премирования рабочих цехи устанавливают самостоятельно, исходя из назревших у них производственных задач — роста объема производства продукции и улучшения ее качества, повышения производительности труда, экономии материалов, снижения себестоимости. Премияльные положения для рабочих, как правило, вводятся на тех участках производства, от которых в данное время зависит выполнение плана. Опыт показал, что дифференцированный порядок премирования рабочих, всецело подчиненный интересам производства, весьма эффективен, и большинство руководителей цехов используют его умело. В Объединении действует также положение о моральном и материальном поощрении работников за непрерывную длительную и безупречную работу и за успешное сочетание работы с учебой. Отличившимся выдаются грамоты, значки, памятные подарки и денежные премии.

В Объединении ведется планомерная работа по дальнейшему улучшению организации производства и труда, совершенствованию структуры управления и установлению четкой системы хозяйственных отношений.

Статья поступила 15 июля 1970 г.

УДК 658.14

Формирование фонда оплаты по труду В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

На ряде промышленных предприятий нашей страны в настоящее время проводится экономический эксперимент, начало которому положено в 1967 г. на Шекинском химкомбинате. Предприятиям устанавливаются определенные нормативы образования фонда заработной платы и предоставляются более широкие права по использованию экономии этого фонда на стимулирование роста производительности труда.

На Шекинском химкомбинате плановый фонд заработной платы по действующим на 1967 г. производствам как бы "замораживается" и остается неизменным до 1970 г. На других предприятиях плановый фонд заработной платы на годы проведения эксперимента может пересматриваться только при введении в эксплуатацию новых мощностей, исходя из роста численности персонала, предусмотренной отраслевыми нормами и проектами.

Такая система образования фонда заработной платы наиболее успешно может быть применена на предприятиях с относительно стабильной номенклатурой выпускаемой продукции, исчерпавших в основном экстенсивные факторы роста производства.

Условиям электронной промышленности более соответствуют принципы образования фонда заработной платы, действующие на Пермском электротехническом заводе, который первый в машиностроении перешел на новую систему стимулирования роста производительности труда по примеру Шекинского химкомбината. В машиностроении наиболее интенсивно происходит процесс обновления продукции, повышается удельный вес особо сложных и высокоточных изделий, что требует обновления парка оборудования и привлечения специалистов и высококвалифицированных рабочих. Плановый фонд заработной платы на машиностроительных заводах (в том числе на многих предприятиях электронной промышленности) должен ежегодно увеличиваться по мере роста квалификационного уровня работников и в связи с качественными изменениями производства. Учитывая это, на Пермском электротехническом заводе установлены нормативы затрат по заработной плате на рубль реализованной продукции на 1969, 1970, 1971 и 1972 гг., которые могут быть скорректированы только при изменении оптовых цен. Среднегодовой темп снижения затрат по заработной плате на рубль реализованной продукции на Пермском электротехническом заводе до проведения эксперимента (с 1965 по 1968 гг.) был на уровне 3,3%, за период эксперимента он составит 6,2%, т.е. возрастет почти в два раза.

Экономическая сущность данного порядка образования фонда заработной платы не изменится, если вместо нормативов затрат по заработной плате на рубль реализованной продукции в качестве нормативов заранее на ряд лет будут установлены темпы изменения указанных затрат. В свою очередь, темпы изменения затрат по заработной плате на рубль реализованной продукции — не что иное, как отношение темпов роста средней заработной платы (без выплат из фонда материального поощрения) и выработки реализованной продукции на одного работника. Чтобы в этом убедиться, достаточно ввести в выраженное в виде формулы отношение затрат по зарплате на рубль реализованной продукции двух сравниваемых периодов соответствующие величины численности промышленно-производственного персонала (без подростков). Погрешностью, возникающей вследствие того, что фонд заработной платы включает в себя и зарплату подростков, можно пренебречь. К тому же этой погрешности может и не быть (если удельный вес подростков в численности работников существенно не меняется).

Таким образом, устанавливая в виде ежегодного норматива затраты по заработной плате на рубль реализованной продукции, мы тем самым устанавливаем ежегодные нормативные отношения темпов *роста* средней заработной платы и производительности труда (измеряемой в виде выработки реализованной продукции на одного работника). Между тем, важнейшим требованием, предъявляемым к системам формирования и распределения фондов заработной платы и материального поощрения, является обеспечение рациональных соотношений между темпами *прироста* средней заработной платы и производительности труда.

Нормативы образования фонда зарплаты, установленные в виде затрат по заработной плате на рубль реализованной продукции, не всегда соответствуют указанному требованию, что видно из следующего расчета.

РАСЧЕТ

соотношения темпов прироста средней заработной платы
и производительности труда при различных вариантах
изменения показателей предприятия (в процентах)

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Темпы роста к предыдущему году			
реализации продукции	125	125	130
численности работников	90	80	80
фонда заработной платы	100	100	$\frac{100 \cdot 130}{125} =$ 104,0
производительности труда (по реализованной продукции)	$\frac{125}{90} \cdot 100 =$ 138,9	$\frac{125}{80} \cdot 100 =$ 156,3	$\frac{130}{80} \cdot 100 =$ 162,5
средней заработной платы	$\frac{100}{90} \cdot 100 =$ 111,1	$\frac{100}{80} \cdot 100 =$ 125,0	$\frac{104}{80} \cdot 100 =$ 130,0
Соотношение темпов прироста средней заработной платы и производительности труда (коэффициент)	$\frac{11,1}{38,9} = 0,29$	$\frac{25,0}{56,3} = 0,44$	$\frac{30,0}{62,5} = 0,48$

Каждый последующий процент прироста производительности труда при одинаковом нормативе образования фонда заработной платы (в копейках на рубль реализованной продукции) дает предприятию право на ухудшение достигнутого соотношения темпов прироста производительности труда и средней заработной платы.

Наиболее целесообразным является установление на каждый год пятилетки нормативного соотношения между темпами прироста средней заработной платы (без выплат из фонда материального поощрения) и производительности труда (выработки реализованной продукции на одного работающего). Такой порядок образования фонда заработной платы должен обеспечить заданное опережение прироста производительности труда по сравнению с приростом средней заработной платы и создать достаточные экономические стимулы для проведения на предприятиях мероприятий, направленных на ускорение роста производительности труда. Выдача Госбанком СССР средств предприятиям на заработную плату при перевыполнении (недовыполнении) плана должна произ-

водиться с учетом вышеуказанного нормативного соотношения между темпами прироста средней заработной платы и производительности труда.

Применение показателя темпов роста производительности труда при образовании фонда заработной платы, а также поощрительных фондов (о чем будет сказано ниже) не связано с необходимостью введения этого показателя в число утверждаемых предприятию по новой системе планирования и экономического стимулирования. Понижение нормативов при перевыполнении плановых темпов роста производительности труда и снижение размеров фонда зарплаты и поощрительных фондов, определяемое по повышенным нормативам при невыполнении плана, должно явиться достаточным стимулом для принятия и выполнения предприятиями напряженных плановых заданий по росту производительности труда.

Целесообразно было бы проверить различные варианты установления нормативов образования фонда заработной платы (без выплат из фонда материального поощрения) и, в частности, следующие:

– на каждый год пятилетки предприятию устанавливается индивидуальный норматив в виде соотношения темпов прироста средней зарплаты и производительности труда по сравнению с предыдущим годом;

– на ряд лет вперед в качестве норматива устанавливается стабильное соотношение среднегодовых темпов прироста заработной платы и производительности труда. В этом случае темпы роста производительности труда, достигнутые в первые годы действия стабильного норматива, не ведут к снижению темпов роста, намечаемых на последующие годы пятилетки. На каждый последующий год фонд зарплаты образуется в зависимости от темпов прироста производительности труда, учитываемых нарастающим итогом к базисному году.

Новый порядок образования фонда заработной платы сможет оказать максимальное стимулирующее воздействие на работу предприятий в том случае, если система образования фондов экономического стимулирования будет соответствовать тем требованиям, которые предъявляются в новых условиях планирования ко всей системе стимулирования роста производительности труда. Поэтому значительная часть поощрительных фондов предприятия должна формироваться с учетом роста производительности труда. При этом производительность труда должна рассчитываться на основе чистой (условно-чистой) продукции, так как в ней отражается экономия не только живого, но и овеществленного труда, что соответствует двум важнейшим экономическим направлениям использования поощрительных фондов: стимулированию роста объема производства и стимулированию экономии материальных затрат. Для этих целей норматив должен устанавливаться в виде предельного соотношения между темпами прироста части поощрительных фондов, приходящихся на одного работника, и производительности труда (по условно-чистой продукции), а рассчитываться исходя из средств, которые могут быть выделены по годам пятилетнего плана на стимулирование экономии живого и овеществленного труда, и намечаемых темпов прироста условно-чистой продукции на одного работника. При определении темпов прироста поощрительных фондов, приходящихся на одного работника, в базовом году берется средняя зарплата с учетом выплат из фонда материального поощрения. Третье важнейшее направление использования поощрительных фондов – стимулирование наиболее эффективного использования производственных фондов может быть осуществлено путем образования части поощрительных фондов по нормативам отчислений (в процентах) от массы расчетной прибыли или от прироста расчетной прибыли. При этом расчетная прибыль определяется как прибыль балансовая за вычетом суммы платы за прирост основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств, а также суммы платежей по процентам за банковский кредит и фиксированных платежей*.

* О применении фиксированных платежей в электронной промышленности см. статью Г.Л.Арцышевича и А.Д.Гохштанда "Пятилетка и новая система планирования и экономического стимулирования", "Обмен опытом в электронной промышленности", 1969, вып.6, стр.7.

Таким образом, фонд оплаты по труду будет формироваться по трем фондообразующим показателям: фонд заработной платы без выплат из фонда материального поощрения — на основании намечаемых и достигнутых предприятием темпов прироста производительности труда (по реализованной продукции); одна часть фонда материального поощрения — на основании намечаемых и достигнутых предприятием темпов прироста производительности труда (по условно-чистой продукции); другая — по нормативам отчислений от массы расчетной прибыли(или прироста расчетной прибыли).

Предлагаемая система образования фондов заработной платы и поощрительных фондов менее сложна, чем действующая, и, главное, более правильно отражает экономическую зависимость размеров заработной платы работников предприятия от эффективности использования как живого труда, так и овеществленного в используемых предприятием материальных ресурсах и производственных фондах.

Статья поступила 28 апреля 1970 г.

УДК 658.14.012

Я.А.КАЦМАН

ПЛАН СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В ДЕЙСТВИИ

Современный этап коммунистического строительства характеризуется научным и планомерным управлением всеми сторонами общественного развития: созданием материально-технической базы коммунизма, формированием коммунистических общественных отношений, воспитанием нового человека и др.

При социализме управление охватывает не только сферу экономики, но и социальные процессы. В.И.Ленин в своих трудах отмечал необходимость «... провести в жизнь наш план экономического и социального строительства» (Полн.собр.соч., т.45, стр.352). Он писал: «... мы теперь получили довольно редкий в истории случай устанавливать сроки, необходимые для производства коренных социальных изменений, и мы ясно видим теперь, что можно сделать в пять лет и для чего нужны гораздо большие сроки» (Полн. собр.соч., т.45, стр.385).

Социальные преобразования, все более полное удовлетворение постоянно растущих потребностей человека ныне входят в общую планомерно организуемую деятельность социалистического общества.

Задачи планирования четко сформулировал председатель Совета Министров СССР А.Н.Косыгин, указав, что наше планирование «... не просто экономическая деятельность, как часто многие считают. Это разработка социальных проблем, проблем, связанных с повышением уровня жизни народа. План мы рассматриваем как комплекс экономических и социальных задач, которые предстоит решить в плановом периоде, как комплекс всех вопросов, связанных с жизнью человека» (А.Н.Косыгин. Повышение научной обоснованности планов - важнейшая задача плановых органов. «Плановое хозяйство», 1965, № 4, стр.3).

Планирование социальных процессов приобретает особо важную роль в современных условиях. Научно-технический прогресс, высокие темпы развития промышленности вызывают существенные изменения в условиях производственной деятельности, жизни и быта трудящихся, предъявляя новые требования к человеку, его образованию, культуре. В свою очередь личные качества и творческая инициатива трудящихся, характер взаимоотношений в про-

изводственном коллективе в значительной мере влияют на ход производственно-хозяйственной деятельности предприятия, эффективность использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Мероприятия, направленные на социальное развитие общества, планируются в государственном масштабе и учитываются в планах развития всех отраслей народного хозяйства. В то же время в планах развития отдельных предприятий они учитываются недостаточно. Частично эти мероприятия (например, связанные с улучшением социально-бытовых условий коллектива) предусматривались лишь в коллективных договорах, но это не носило характера долгосрочного планирования.

Трудовые коллективы предприятий перестают быть только хозяйственной единицей и становятся важнейшей первичной социальной ячейкой общества, центром многих социальных процессов, поскольку интересы членов производственного коллектива тесно связаны с интересами предприятия, на котором они проводят большую часть своего времени. Условия работы, окружающая обстановка, взаимоотношения с товарищами в значительной мере определяют моральный облик каждого члена коллектива, его отношение к труду, тогда как материальные и социально-бытовые условия каждого члена коллектива в немалой степени определяются успешной работой предприятия и темпами его развития. Предприятие, таким образом, становится все более ответственным за сложные социальные последствия, вызванные техническим и экономическим развитием производства. Активно участвуя в создании материальных и духовных благ общества, трудящиеся включаются в систему общественных отношений.

В связи со всем сказанным выше, перспективное планирование социального развития коллективов является сегодня реальной потребностью предприятий.

Экономическая реформа создала большие возможности для решения многих социальных вопросов на основе рационального использования образующихся на предприятиях фондов. Расширение прав руководителей и коллективов предприятий, повышение их хозяйственной самостоятельности дают возможность коллективу активно влиять на деятельность предприятия с целью достижения наилучшего экономического и социального эффекта и способствуют развитию творческой инициативы, направленной на поиски наиболее целесообразных вариантов конкретных технико-экономических решений на предприятиях.

Смысл и назначение социального планирования в производственных коллективах сводится к созданию таких условий труда и быта, которые способствовали бы формированию всесторонне развитого человека, удовлетворению социальных потребностей членов коллектива и на этой основе позволяли бы более успешно решать производственные задачи, обеспечивать рост производительности труда.

Л.И.Брежнев, выступая на торжественном заседании, посвященном столетию со дня рождения В.И.Ленина, сказал, что «... решение хозяйственных задач для нашего общества - не самоцель, а средство. Создать трудящемуся человеку самые благоприятные условия для работы, учения, отдыха, для развития и наилучшего применения своих способностей - вот главная цель и главный смысл политики, которую последовательно проводит в жизнь наша партия».

Формой социального планирования на промышленном предприятии является комплексный перспективный план социального развития коллектива. Это научно обоснованная программа управления социальными процессами, происходящими в коллективе, формирования прогрессивных изменений в его социальной структуре и условиях труда, связанных с научно-техническим прогрессом. План должен всемерно учитывать как общественные, так и личные интересы и потребности трудящихся, исходить из программного лозунга партии: «Все во имя человека, для блага человека».

Важнейшая идея планирования заключается в том, что все блага члены коллектива получают благодаря своей активной и целеустремленной работе по совершенствованию производства и повышению его эффективности.



Поскольку научно-технический прогресс, повышение экономической эффективности являются материальной базой, основой социальных преобразований коллектива, план должен в первую очередь предусматривать повышение технического уровня производства, внедрение передовой технологии, освоение новых видов продукции, повышение производительности труда и рентабельности производства, рост квалификации работающих, увеличение их заработной платы и на этой основе изменения социально-экономической структуры коллектива.

Повышение уровня производства, рост производительности труда и укрепление здоровья трудящихся нельзя рассматривать в отрыве от условий труда и быта на предприятии. Поэтому работа по созданию благоприятных условий труда, обеспечивающих наибольшую производительность при наименьшей утомляемости, повышение культуры производства, улучшение системы общественного питания, забота о здоровье трудящихся должны быть также отражены в плане социального развития.

Исходя из задачи всестороннего гармоничного развития личности и воспитания нового человека, в плане, несомненно, должно быть уделено внимание идейно-политическому воспитанию работников предприятия, росту их культурного уровня, созданию благоприятных социально-культурных и жилищно-бытовых условий для наиболее полного удовлетворения духовных и физических потребностей.

Существенное влияние на социальное развитие коллектива и отдельной личности оказывает совершенствование взаимоотношений в коллективе, укрепление сотрудничества и товарищеской взаимопомощи. Благодаря этому укрепляется принцип коллективной материальной и моральной заинтересованности в результатах труда, повышается трудовая и общественная активность работников. Повышение культуры человеческих отношений в сфере не только производственных, но и личных связей благотворно влияет на производительность и дисциплину труда, способствует превращению его в подлинно творческий процесс. Учитывая это, в плане необходимо предусмотреть мероприятия по совершенствованию взаимоотношений в коллективе.

Научно обоснованное планирование социальных преобразований коллектива невозможно без глубокого всестороннего изучения происходящих в нем сложных процессов экономической, политической и культурной жизни.

Для успешного проведения работы по социальному развитию коллектива нужна объективная информация о нем. Систематическое изучение такой информации дает возможность выявить структуру, динамику, причины исследуемого явления, тенденции его развития и сделать объективные выводы для целенаправленной работы по социальному планированию. Вот почему в плане должна быть отражена организация всестороннего учета и анализа социальных изменений в коллективе.

Итак, план представляет собой комплекс взаимоувязанных мероприятий организационного, технического, экономического и социального характера. Он является общей, перспективной программой деятельности администрации, партийной, профсоюзной и комсомольской организаций, всего коллектива предприятия для конкретного руководства социальными процессами в связи с перспективами развития производства.

Выполнение плана социального развития обеспечивается соответствующими денежными средствами. Следует заметить, что реализация плана не требует каких-то особых дотаций, а осуществляется за счет фондов предприятия, которые при наличии плана расходуются более рационально и целенаправленно. Так, фонд развития производства служит для максимального согласования технического развития предприятия с совершенствованием социально-экономической структуры коллектива; фонд материального поощрения - для развития производственной и общественной активности работников; фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства - для удовлетворения духовных и физических потребностей трудящихся. В обеспечении мероприятий

плана социального развития участвуют также фонд новой техники, фонд капитального ремонта и ряд других средств, имеющихся в распоряжении предприятия.

В качестве примера рассмотрим комплексный план социального развития, разработанный впервые в стране в 1966 г. в нашем объединении на пятилетие 1966-1970 гг. Этот план предусматривает систематизацию усилий по развитию производства и всестороннему удовлетворению потребностей каждого члена коллектива, он увязывает воедино мероприятия по развитию производства и социальному развитию коллектива, заботу объединения о каждом трудящемся и заботу каждого трудящегося об объединении.

Разработку проекта плана осуществляла комиссия, в состав которой вошли наиболее квалифицированные специалисты, представители партийной и общественных организаций объединения. При составлении плана были учтены предложения, внесенные на рабочих собраниях, где обсуждался этот проект.

План состоит из четырех разделов:

1. Мероприятия по совершенствованию производства, связанные с ростом его технического уровня, сокращением социально-экономических различий между работниками физического и умственного труда, преобразованием социальной структуры коллектива. В первую очередь это комплекс мероприятий по повышению общего технического уровня производства за счет разработок и освоения более совершенных изделий электронной техники, проведение широкой механизации и автоматизации производственных процессов, перевод массовых типов изделий на поточные механизированные линии, совершенствование системы внутризаводского транспорта и сокращение числа рабочих, занятых тяжелым физическим трудом. План предусматривает также совершенствование управления производством, механизацию инженерного и управленческого труда, широкое внедрение счетной техники, разработку и внедрение автоматизированной системы управления производством на базе созданного вычислительного центра с использованием электронных вычислительных машин.

2. Мероприятия по улучшению условий труда, укреплению здоровья трудящихся, сокращению производственного травматизма. Планом предусмотрено значительное расширение санитарно-бытовых помещений (гардеробы, душевые, комнаты отдыха, буфеты и др.) за счет реконструкции действующих и строительства новых производственных корпусов, улучшения освещения и вентиляции, создания на каждом рабочем месте максимально благоприятных условий труда. Реконструкция цехов производится по комплексным проектам, в разработке которых принимают участие специалисты-художники.

3. Мероприятия по улучшению социально-культурных условий жизни трудящихся объединения, повышению их культурно-технического уровня, организации отдыха и улучшению жилищно-бытовых условий.

4. Всесторонний анализ социального развития коллектива объединения и тех изменений в коллективе, которые происходят в связи с научно-техническим прогрессом производства. Эти исследования помогают изучать влияние условий труда и быта на развитие производства, на производительность труда и ряд других технико-экономических показателей.

Основное значение комплексного плана развития заключается в следующем:

- план является единой базой для всех структурных подразделений объединения в разработке текущих планов работы этих подразделений. Он помогает улучшить координацию их работы, особенно связанной с перспективными вопросами;
- комплексный план ориентирует каждое структурное подразделение объединения на выполнение стоящих перед ним задач как в отношении роста производства, так и в области повышения материального благосостояния членов коллектива;
- наличие комплексного перспективного плана позволяет правильно сосредоточивать усилия коллектива на важнейших направ-

влениях, более эффективно использовать материальные и финансовые возможности объединения;

- комплексный план социального развития дает возможность каждому члену коллектива видеть четкую перспективу улучшения своего материального благосостояния, находящегося в прямой зависимости от общего экономического положения объединения.

Совершенно естественно, что успешное выполнение комплексного плана социального развития в первую очередь обеспечивается успешным выполнением и перевыполнением основных производственных планов, повышением технико-экономических показателей и, как следствие этого, накоплением соответствующих фондов, которые служат материальной базой осуществления второго и третьего разделов плана.

Перспективный пятилетний план социального развития конкретизируется и дополняется ежегодными планами развития коллективов цехов. Годовые планы каждого цеха ставят конкретные вопросы, соответствующие основным направлениям социального развития, определенным в плане объединения, решение которых входит в компетенцию цехов.

За последние четыре года резко возрос объем товарной продукции, производительность труда увеличилась на 50%, около 80% всего увеличения выпуска продукции было достигнуто за счет роста производительности труда. Освоение новых более совершенных приборов электронной техники и модернизация старых позволили за истекший период на 71% обновить номенклатуру изделий, выпускаемых объединением. Благодаря усложнению производства, вводу в строй объектов комплексной механизации и автоматизации, модернизации оборудования, увеличению норм и зон обслуживания значительно повысился средний производственный разряд рабочих. Повышение рентабельности производства, рост производительности труда и увеличение среднего разряда обеспечили повышение средней заработной платы работающих за четыре года на 29,6% причем рост заработной платы происходил на базе опережающего роста производительности труда. Прибыль за это же период возросла в два с лишним раза. Это позволило значительно увеличить фонд материального поощрения и фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства.

В новых отраслях промышленности, к которым относится электронное приборостроение, взаимосвязь между техническим ростом производства и социальным развитием коллектива проявляется особенно четко. Изменения в условиях и организации труда, его механизация и автоматизация вызывают значительные сдвиги в социальной структуре коллектива, в частности профессионально-квалификационной. Планом социального развития предусмотрено регулирование социальных изменений в структуре рабочего коллектива объединения. В первую очередь осуществляется комплекс мероприятий по дальнейшему планомерному переходу рабочих от труда низкой квалификации к профессиям квалифицированного и высококвалифицированного труда. В результате технического перевооружения производства высвобождаются кадры рабочих, которые направляются для обучения новым профессиям и используются для дальнейшего расширения производства. Все большее распространение получают такие группы квалифицированных рабочих, как наладчики и установщики. Их труд все более приближается к труду инженерно-технических работников, т.е. решается проблема сокращения социально-экономических различий между работниками умственного и физического труда. Ряд особо ответственных операций выполняется лицами, имеющими среднее и высшее техническое образование.

Политическая, экономическая и общеобразовательная учеба в объединении строится с учетом задач технического прогресса, улучшения качества выпускаемых изделий, постоянного повышения производительности труда, выработки коммунистического мировоззрения и всестороннего развития личности каждого члена коллектива.

В объединении предусмотрена целая сеть школ, курсов, кружков. Основными направлениями в ней являются:

- общеобразовательная учеба для лиц, не имеющих среднего образования;
- различные формы политической учебы;
- повышение квалификации кадровых рабочих;
- повышение квалификации ИТР и руководящих работников;
- организация при объединении филиалов средних и высших технических учебных заведений.

Сегодня в объединении работает 45 начальных политических школ, школы основ марксизма-ленинизма, коммунистического труда, университеты политических знаний. Намечается дальнейшее расширение политико-воспитательной работы и создание оптимальных условий для роста политической сознательности трудящихся.

Систематически ведется работа по повышению квалификации руководящих и инженерно-технических работников на курсах целевого назначения, постоянно действующих семинарах, высших курсах повышения квалификации ИТР и др. Для обучения рабочих и ИТР построен учебный корпус с современными лабораториями и кабинетами, в которых сосредоточена учебно-курсовая работа. В учебном процессе широко применяются технические средства и наглядные пособия, а также приборы программированного обучения.

В осуществлении комплексного плана важную роль играли вопросы механизации учетных работ и совершенствования управленческого труда. Вычислительный центр, созданный в объединении, принял на себя значительную часть счетных и учетных работ, внедрено большое количество счетно-клавишных машин и других видов оргтехники.

Огромный вклад в совершенствование производства вносят рационализаторы и изобретатели объединения. За годы действия плана количество рационализаторов выросло на 27%. Экономический эффект от внедрения поданных предложений ежегодно растет и за истекший период составил свыше 8 млн.руб.

Благодаря научной организации труда улучшились условия труда. За счет реконструкции действующих и строительства новых производственных корпусов за годы действия плана площадь санитарно-бытовых помещений увеличилась на 60%. Улучшилось освещение производственных помещений в результате применения светильников дневного света, обеспечивающих освещенность, которая отвечает современным физиологическим требованиям. Большая работа ведется по улучшению атмосферы в цехах за счет усиления вентиляции, установки кондиционеров.

В результате осуществления мероприятий по технике безопасности и охране труда за годы действия плана производственный травматизм снизился на 37,3%.

Много внимания уделяется очистке воздушного бассейна заводов и прилегающих жилищных массивов от вредных производственных выделений. В частности, предусматривается перевод производства на природный газ и полное исключение из технологического процесса водяного газа с ликвидацией имеющегося в объединении газового завода.

Постоянно расширяется сеть предприятий общественного питания: общее число посадочных мест в столовых за четыре года увеличилось вдвое. Из фонда социально-культурных мероприятий выделяется дотация на питание для низкооплачиваемых категорий работников и работников дефицитных специальностей.

Для улучшения медицинского обслуживания трудящихся введен в эксплуатацию лечебно-профилактический корпус площадью 3500 кв.м, в котором разместились поликлиника (53 специализированных врачебных кабинета) и профилакторий.

Увеличение фонда социально-культурных мероприятий позволило шире развернуть работу по организации отдыха и досуга трудящихся. Прочно вошли в быт туристские походы, массовые загородные поездки на теплоходах. Удвоилось количество путевок в дома отдыха и санатории, причем каждая пятая путевка в санатории и

каждая десятая в дома отдыха - бесплатные. Объединение располагает четырьмя пригородными базами отдыха. На долевом участии построен дом отдыха в Трускавце, строится дом отдыха в Сухуми. Комплексным планом предусмотрено долевое участие в строительстве санаториев на Черноморском побережье Кавказа, в Прибалтике.

Огромная забота проявляется о детях. На 20% больше стало количество мест в детских учреждениях. Потребность в детских садах и яслях теперь полностью удовлетворена. На 29% увеличилось количество детей, отдохнувших в пионерских лагерях.

Значительное место в плане отводится мероприятиям по развитию физкультуры и спорта. Они направлены на возможно больший охват трудящихся физической культурой и спортом, на укрепление их здоровья. Постоянно проводятся спартакиады, работают спортивные секции, группы здоровья для лиц среднего и пожилого возраста. Сейчас количество занимающихся физической культурой составляет 35% всех работающих. Создана база проката туристского спортивного инвентаря, где трудящиеся бесплатно могут получить все необходимое для занятий спортом.

Для улучшения жилищных условий трудящихся предполагается использовать в течение 10 лет (1966-1975 гг.) 115 тыс.кв.м. жилой площади. Обеспечение жильем проводится по четырем направлениям:

- за счет централизованных капиталовложений;
- путем организации жилищных строительных кооперативов;
- за счет средств фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства;
- через районные Советы депутатов трудящихся.

За истекший период введено в эксплуатацию 26 тыс.кв.м. жилой площади, выстроенной как за счет предприятия, так и путем кооперативного строительства. Кроме того, 32 тыс.кв.м. жилой площади получено от исполкомов районных Советов депутатов трудящихся.

Важное значение придается работе по совершенствованию всех форм социалистического соревнования за коммунистическое отношение к труду. Сейчас в объединении каждый третий - ударник коммунистического труда. 75% коллектива соревнуется за получение этого звания. Трудящиеся поставили перед собой задачу - отличной работой заслужить право на почетное звание «Объединение коммунистического труда».

Характерно, что за последние годы повысилась социальная активность трудящихся. Практически каждый второй трудящийся имеет постоянные или разовые общественные поручения.

Большая работа проводится по совершенствованию социально-психологических взаимоотношений в производственном коллективе, совершенствованию системы морального и материального стимулирования труда, сочетающей индивидуальные формы поощрения с групповыми и коллективными.

Проводимые в соответствии с комплексным планом объединения социологические исследования охватывают следующие вопросы:

- анализ изменений социальной структуры коллектива, как следствие повышения технического уровня производства, его автоматизации и механизации;
- изучение условий труда на предприятиях;
- всесторонний анализ причин и тенденций текучести кадров;
- анализ состояния трудовой дисциплины с целью ее укрепления;
- ускорение процесса адаптации молодых рабочих на предприятии;
- совершенствование взаимоотношений в коллективе;
- использование бюджета вне рабочего и свободного времени отдельными группами трудящихся.

В результате обобщения и анализа материалов исследований были разработаны и внедрены рекомендации по целому ряду проблем, что дало положительные результаты. Сейчас уже можно сказать, что удовлетворенность рабочих своим трудом повысилась, уменьшилось количество конфликтов в коллективе, заметно снизилась текучесть кадров: ежегодно сокращаясь в объединении в среднем на 7% в 1969 г. она составила 6,5%.

Результаты исследования нарушений трудовой дисциплины оказали большую помощь в работе по ее укреплению. Активизировалась деятельность подростковых комиссий, товарищеских общественных бюро кадров, шире стали применяться меры общественного воздействия к нарушителям, благодаря чему число нарушений трудовой дисциплины за 1969 г. сократилось на 10,5%.

Учитывая огромное значение хорошего психологического «климата» в жизни коллектива для роста производительности труда, проводится исследование взаимоотношений в производственных коллективах. Оно позволяет дать анализ объективных и субъективных факторов, влияющих на формирование отношений, определить характер и степень влияния разных уровней взаимоотношений на различные стороны жизни коллектива и целенаправленно проводить работу по созданию благоприятного социально-психологического климата.

Успешной реализации плана способствует система контроля за выполнением всех мероприятий, указанных в нем. Большая роль в этой системе отводится партийной и профсоюзной организациям. При партийном комитете объединения создана специальная комиссия по социальному планированию, осуществляющая контроль за выполнением плана. Кроме того, при рассмотрении квартальных итогов работы на Совете объединения рассматриваются отдельные вопросы выполнения плана социального развития. Итоги выполнения плана социального развития систематически доводятся до сведения коллектива.

Функцию повседневного контроля выполнения плана и отчетности по нему осуществляет социологическая служба объединения.

Опыт реализации плана социального развития объединения убедительно доказывает целесообразность и необходимость социального планирования как для достижения собственно социальных целей, так и для повышения экономической эффективности производства, обеспечения высоких темпов технико-экономического развития предприятий.

Трудно переоценить социальное воздействие методов планирования на коллектив: будущее становится осязаемым, люди зримо представляют, чем станет их предприятие завтра, какими будут их труд и быт через несколько лет.

УДК 338.984

Статья поступила 17 ноября 1970 г.

портативный переносный малогабаритный телевизор

обеспечит Вам хороший прием
телевизионных передач на расстоянии
70 км от телецентра

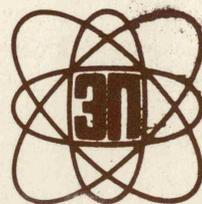
РАБОТАЕТ
ОТ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ 12
ИЛИ
СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 127 / 220

ПРИНИМАЕТ ИЗОБРАЖЕНИЕ
НА ЛЮБОМ ИЗ 12 КАНАЛОВ

ЭЛЕКТРОНИКА ВЛ-100



КИНЕСКОП 16ЛК-1Б • РАЗМЕР ИЗОБРАЖЕНИЯ 103x125 мм
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ НЕ ХУЖЕ 100 мкв
ВЫХОДНАЯ МОЩНОСТЬ ЗВУКА 0,15 вт
ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ 14 вт (127 / 220 в), 5,5 вт (=12 в)
РАЗМЕРЫ 150x130x215 мм • ВЕС 2,8 кг



ИЗМЕРЕНИЯ

И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Ключевая проблема дальнейшего развития нашей экономики — повышение эффективности общественного производства. Суть проблемы сводится главным образом к ускорению темпов роста производительности труда, к использованию в первую очередь качественных факторов экономического прогресса. Эта задача и основные пути ее решения были сформулированы декабрьским (1969 г.) Пленумом ЦК КПСС.

Роль электронной промышленности как базовой отрасли для многих других отраслей народного хозяйства делает проблему быстрого роста качества и количества выпускаемых электронных изделий особенно важной. Способствуя всеобщему научно-техническому прогрессу, придавая современный облик важнейшим направлениям промышленности и поддерживая на самом высоком уровне обороноспособность нашей страны, электроника не может не отвечать научным, технологическим и организационным требованиям передовой отрасли. Высокая эффективность производства, современный технический уровень электронных приборов, их надежность и долговечность являются непременным условием обеспечения роста эффективности производства и качества изделий других отраслей народного хозяйства.

В поисках резервов повышения эффективности производства электронной промышленности вдумчивый инженер и организатор не сможет обойти стороной решение задач совершенствования контроля — операций, пронизывающих весь производственно-технологический цикл от получения

сырья до отгрузки готовых изделий. Являясь существенным элементом производственного процесса, контрольно-измерительные и испытательные операции должны быть оснащены высокопроизводительным оборудованием, обеспечивающим необходимую скорость измерений и контроля, своевременную обработку полученных данных с целью статистического управления технологическими процессами в условиях массового производства. Эффективный автоматизированный контроль является необходимым условием современного производства изделий электронной техники, так как позволяет освободить от малопродуктивного труда значительное количество работников, обеспечивает точное соблюдение режимов технологического цикла, повышает выход годных приборов, их надежность и качество.

В результате комплекса проведенных на предприятиях отрасли работ по созданию и внедрению механизированных и автоматизированных средств контроля качество и надежность изделий электронной промышленности за последние годы значительно повысились. Широкое распространение на предприятиях получили методы бездефектного изготовления продукции, внедряются статистические методы управления технологическими процессами, методы выборочного статистического приемочного контроля. Разработано, изготовлено и внедрено в производство большое количество современного высокопроизводительного автоматического контрольно-измерительного и испытательного оборудования, в том числе ряд новых систем на базе электронно-вычислительных машин.

Вместе с тем интенсивное развитие промышленности и непрерывное усложнение функций, выполняемых электронной аппаратурой, требуют дальнейшего повышения качества и надежности электронных приборов, а следовательно, и совершенствования систем контроля. Существующий уровень работ по широкому внедрению статистического контроля за ходом технологических процессов и созданию систем управления производственным циклом на основе электронно-вычислительных устройств нельзя признать удовлетворительным. Контрольно-испытательные операции на предприятиях электронной промышленности все еще требуют больших производственных затрат.

В связи с изложенным важнейшей задачей отрасли является дальнейшее совершенствование технологических процессов с целью резкого повышения качества и надежности изделий, существенного увеличения выхода годных изделий, что позволит сократить объем и трудоемкость работ по контролю и численность работников, занятых на контрольно-испытательных операциях. Необходимо добиваться планируемого роста объема производства без увеличения численности контрольного аппарата, а затем осуществлять постепенное сокращение численности контролеров за счет улучшения технологии производства, обеспечивающей высокое качество выпускаемых изделий электронной промышленности, а также за счет дальнейшей автоматизации контроля.

Каковы же основные пути, ведущие к своевременному решению этих задач? Непременным условием производства изделий высокого качества является повышение квалификации и технической культуры производственного персонала и неукоснительное соблюдение ими технологической дисциплины. Необходимо совершенствование технологических процессов, повышение их стабильности, воспроизводимости режимов. Усилия разработчиков следует направлять на создание высококачественных и высокотехнологичных конструкций новых изделий электронной техники. Только высокое качество технологического оборудования, инструментов, материалов и постоянный контроль за их состоянием могут обеспечить существенное повышение надежности изделий и увеличение выхода годной продукции. Наконец, современное массовое производство электронных приборов нуждается в скорейшем создании и широком внедрении технологических процессов и автоматических поточных линий со встроенными средствами контроля, управляемых с помощью электронно-вычислительных машин. Таковы основные направления работ по совершенствованию контроля в электронной промышленности, сформулированные отраслевым совещанием МЭП по разработке и внедрению механизированных и автоматизированных средств контроля и

повышению эффективности и производительности труда на контрольных операциях. Совещание поставило перед отраслевыми главными управлениями и головными институтами следующие конкретные задачи:

- определить важнейшие типовые технологические процессы операций, разработать и организовать внедрение на предприятиях методов управления качеством путем построения математических моделей соответствующих процессов и передачи функций контроля и управления технологическим циклом электронно-вычислительным системам;

- организовать разработку и изготовление специальных датчиков качества, а также средств сбора информации о ходе выполняемых технологических операций;

- разработать на основе базовых моделей размерно-параметрические ряды контрольно-классификационных автоматов для массовых изделий; для каждого ряда создать и испытать в производстве автоматы-прототипы, а затем организовать серийное производство таких автоматов для полного оснащения предприятий электронной промышленности;

- создать на основе базовых моделей размерно-параметрические ряды автоматического оборудования для контроля размеров, физических и химических характеристик и других параметров деталей и узлов, подаваемых из изготовительных цехов на автоматические сборочные линии, и организовать серийное производство такого оборудования;

- автоматизировать в ближайшие годы процесс измерения электрических параметров изделий электронной техники;

- уточнить технические условия на материалы применительно к требованиям на изделия электронной техники в целях сокращения трудоемкости и затрат на проведение входного контроля материалов.

Предприятиям при разработке поточно-механизированных и автоматических линий следует предусматривать встроенные средства контроля, возможность применения устройств сбора и обработки статистических данных для управления линиями, определять схемы информационных потоков, точки съема информации. Необходимо организовать серийное производство уже разработанных и опробованных на предприятиях средств механизации операций статистического контроля и автоматического контрольно-измерительного оборудования с применением ЭВМ. Важным моментом при этом следует считать разработку единых технических требований к ЭВМ и цифровым измерительным приборам для управления технологическими процессами производства изделий электронной техники.

Общими задачами для всех предприятий отрасли являются организация обучения специалистов

всех уровней (ИТР, рабочих, контролеров) методам статистического контроля, подготовка обслуживающего персонала для электронно-вычислительных устройств, автоматического контрольного обслуживания, средств и систем сбора и обработки информации, а также изучение опыта работы передовых предприятий по внедрению комплексных систем контроля качества и надежности и разработка планов реорганизации соответствующих служб. Придавая особое значение вопросам контроля, не-

обходимо уделить больше внимания подготовке в вузах и техникумах специалистов по контролю и анализу качества в производстве изделий электронной техники.

Своевременное решение поставленных задач несомненно поможет отечественной электронике обеспечить заданные темпы развития промышленности и науки для удовлетворения нужд народного хозяйства.

Ю.А.КОНЦЕВОЙ

МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ

ПОЗВОЛЯЮТ СУЩЕСТВЕННО ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ, СНИЗИТЬ ТРУДОЕМКОСТЬ КОНТРОЛЯ.

СПОСОБСТВУЮТ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ МАКСИМАЛЬНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

При производстве полупроводниковых приборов особое значение приобретает контроль планарно-эпитаксиальной технологии. Выпуск приборов, обладающих высокими параметрами и надежностью, можно обеспечить лишь при условии тщательного контроля и изучения явлений, имеющих место в планарно-эпитаксиальных приборах и их заготов-

ках. Не случайно только для определения параметров диэлектрических слоев и систем диэлектрик — полупроводник разработано более десятка методик контроля, а число работ, посвященных исследованию таких систем, достигает ежегодно нескольких сотен.

Особенности контроля

Контроль технологии при разработке и производстве полупроводниковых приборов связан со следующими трудностями. Во-первых, длительность технологического процесса затрудняет установление обратной связи между качеством готовых изделий и качеством проведения тех или иных операций. Этот фактор особенно существен при большом объеме производства. Так, например, алмазные диски на станках резки меняются после реза определенного числа слитков германия или кремния. Если вследствие неудачно настроенного диска увеличилась глубина нарушенного слоя, то устранить возможность появления нового брака нельзя без специального контроля качества резки. Во-вторых, качество изделий зависит от множества факторов: например, от исходных материалов, параметров среды (температуры, влажности, запыленности), индивидуального мастерства работников и т.п. Влияние некоторых факторов в доста-

точной степени не изучено. Контроль должен гарантировать по крайней мере их стабильность.

В отличие от точного машиностроения результат выполнения той или иной операции в полупроводниковой технологии приходится контролировать по электрофизическим свойствам уже сформированной полупроводниковой структуры.

Сложной проблемой является оптимизация контроля. Отсутствие контроля на ряде операций, как указывалось выше, может привести к браку. Однако чрезмерный контроль в производстве также нежелателен, так как он увеличивает трудоемкость и стоимость изделий, нарушает непрерывность технологического цикла, вносит дополнительные загрязнения.

На стадии разработки прибора необходим всесторонний и всеобъемлющий контроль. В производстве основным должен быть выборочный статистический контроль. В условиях крупносерийного

производства важной задачей является непрерывный контроль параметров среды (температуры, влажности, запыленности), энергоносителей (чистоты воды, состава газов и т.п.), параметров, характеризующих протекание технологических процессов (температуры рабочих зон печей и установок эпитаксиального наращивания, длительности их работы и т.п.). Эти данные должны выводиться на центральный диспетчерский пульт или управляющую ЭВМ.

Применяются четыре вида контроля свойств полупроводниковых структур:

- *Стопроцентный или выборочный контроль полупроводниковой структуры*, которая является заготовкой полупроводникового прибора и подвергается в дальнейшем новым технологическим операциям. Примером такого контроля может служить контроль толщины пластин и окисных слоев, контроль поверхностного сопротивления R_s на пластинах

при операции встречной диффузии и т.п. При этом недопустимо внесение загрязнений и разрушение структур в процессе контроля.

- *Выборочный контроль заготовок полупроводниковых приборов*, которые разрушаются в процессе контроля. Примером такого контроля является выборочный контроль прочностных свойств (хрупкости) пластин и кристаллов, контроль прочности термокомпрессионных выводов на отрыв и т.п.

- *Контроль качества проведения технологического процесса по измерению параметров специаль-*

ных "спутников". Примером такого контроля является контроль поверхностного сопротивления и толщины диффузионных слоев, когда диффузия проводится в окна, а контроль производится при использовании пластин — "спутников"; контроль удельного сопротивления $n^+ - n$ структур по измерению удельного сопротивления $n - p$ структур четырёхзондовым методом на "спутниках" и т.п.

- *Контроль качества проведения технологических процессов путем изготовления на пластинах специальных испытательных элементов(схем)* [1]. В этом случае на фотосаблонах изображения нескольких структур (обычно 5–9 структур в центре и на периферии пластины) заменяются изображениями специальных контрольных структур. Измерения контрольных структур дают информацию о таких параметрах, как поверхностное диффузионное сопротивление и сопротивление металлизации, контактное сопротивление между слоем металла и полупроводника, стабильность окисла и т.п. Преимуществом использования этих структур является возможность применения автоматизированного многозондового контрольно-измерительного оборудования с использованием многозондовых головок, а также то, что контролируемые параметры будут характеризовать свойства всех остальных "рабочих" структур на пластине.

Выбор того или иного вида контроля зависит от конкретных условий, определяемых масштабами производства и сложностью выпускаемых изделий.

Объекты и методы контроля

Контроль параметров пластин полупроводниковых материалов

Методы контроля электрических параметров пластин разработаны достаточно давно и не являются проблемой [2,3]. Схема операций контроля параметров пластин показана на рис.1 (штриховкой здесь и далее отмечены неразрушающие методы).

Автором совместно с Э.А. Фаттаховым проведены подробные исследования прочностных свойств пластин и кристаллов германия, кремния и ряда соединений $A^{III}B^V$. Исследована прочность большого числа образцов (более 1000) в зависимости от таких факторов, как объемные свойства, термообработка, обработка поверхности, размеры образцов при трехточечном или четырехточечном изгибе на специально разработанной установке для контроля прочности пластин и кристаллов ЖКМ2.600.001* (рис. 2). В установке имеются сменные призмы,

позволяющие контролировать образцы с минимальным размером 2,2 мм, применяющиеся для ряда сплавных транзисторов.

В процессе работы выяснено, что прочностные свойства образцов зависят в основном от качества механической обработки, причем определяющее влияние оказывает операция резки пластин на станках с алмазными дисками. К тому же при резке прочностные свойства двух поверхностей пластины могут быть неодинаковы и глубина нарушенного слоя на одной стороне может быть в несколько раз выше, чем на другой. Сравнительные исследования прочностных свойств кристаллов, представленных некоторыми предприятиями, показали, что прочность кристаллов может различаться, хотя они изготовлены из полупроводника одной и той же марки. Видимо, это связано с тем обстоятельством, что травление не может полностью устранить микротрещины, которые вводятся на операциях механической обработки. Особенно это относится к травлению германия в перекиси водорода. Понижен-

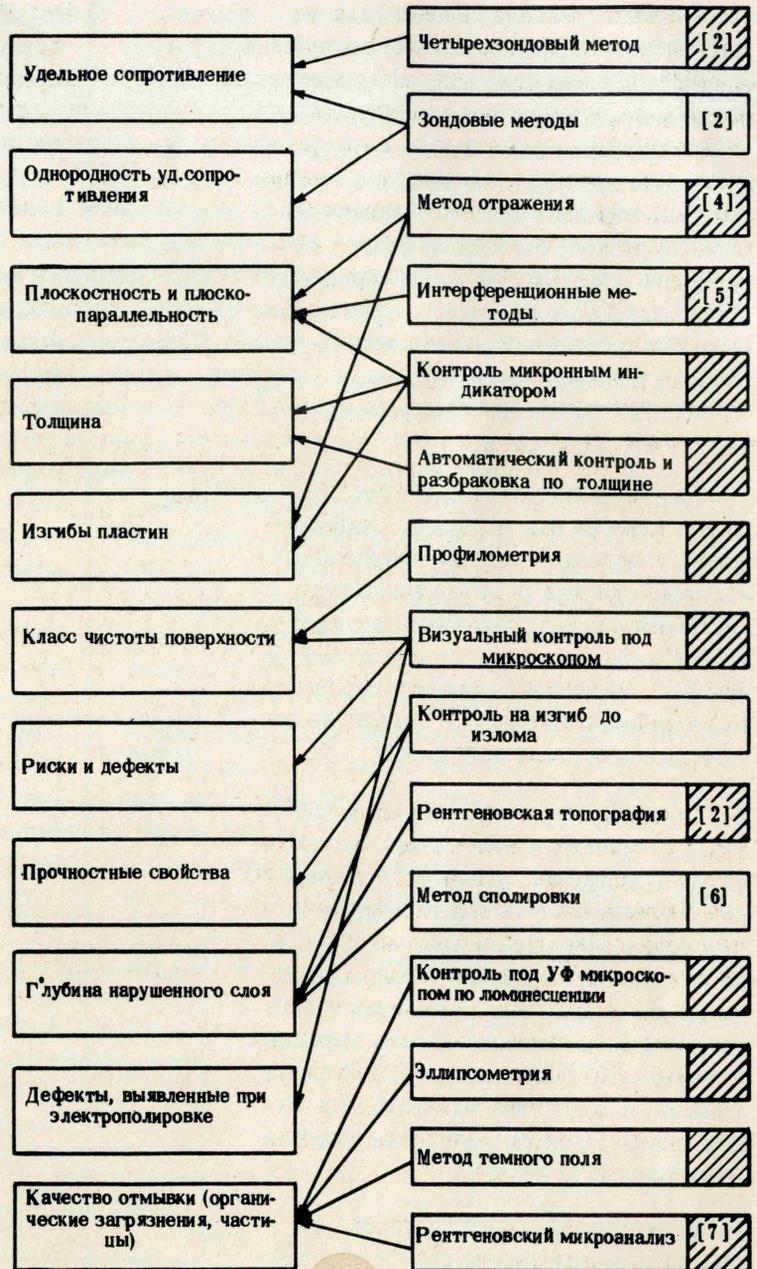
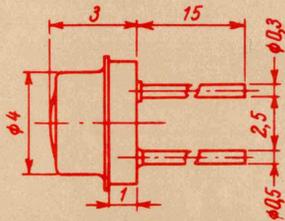
* В разработке конструкции установки принимали участие А.И.Кузьмин и Г.Я.Шевченко.

Источники света из фосфида галлия АЛЮ2А, АЛЮ2Б, АЛЮ2В

применяются в качестве индикатора состояния полупроводниковых интегральных и дискретных схем, в информационных табло, быстродействующих системах записи информации на фотопленку, устройствах контроля скоростных ФЭУ, подсветки шкал приборов, в системах связи на близкие расстояния, в оптоэлектронных устройствах и т.д.

Температура окружающей среды от -60 до $+70^{\circ}\text{C}$

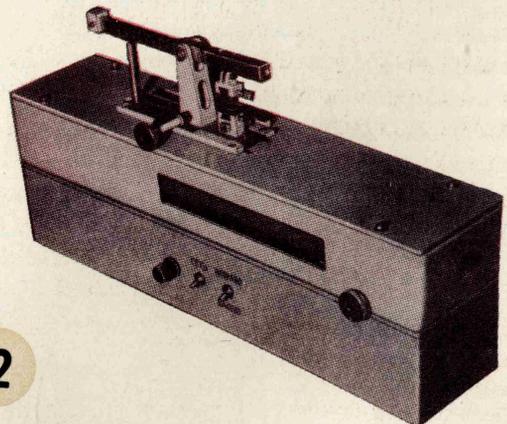
	АЛЮ2А	АЛЮ2Б	АЛЮ2В
Цвет свечения	Красный	Красный	Зеленый
Постоянный прямой ток, <i>ма</i>	5	20	30
Яркость, <i>нт</i>	5	40	50
Постоянное прямое напряжение, <i>в</i>	3,2	4,5	5,0



1

ные прочностные свойства кристаллов могут приводить к браку вследствие растрескивания кристаллов при изготовлении полупроводниковых приборов и при механических и климатических испытаниях.

Ранее были опубликованы работы [8] по контролю глубины нарушенного слоя при механической обработке германия методом Бормана. Контроль проводился на специальных пластинах толщиной около 1 мм. Используя съемку по методу работы [8] на установке УРС 50И с медным излучением и никелевыми фильтрами толщиной 100–200 мкм, можно получить рентгеновские топограммы методом аномального прохождения (по Борману) на более тонких пластинах германия (200–400 мкм). Таким образом, метод Бормана целесообразно применять для непосредственного контроля качества резки, шлифовки и полировки пластин германия путем выборочного разрушающего контроля.



2

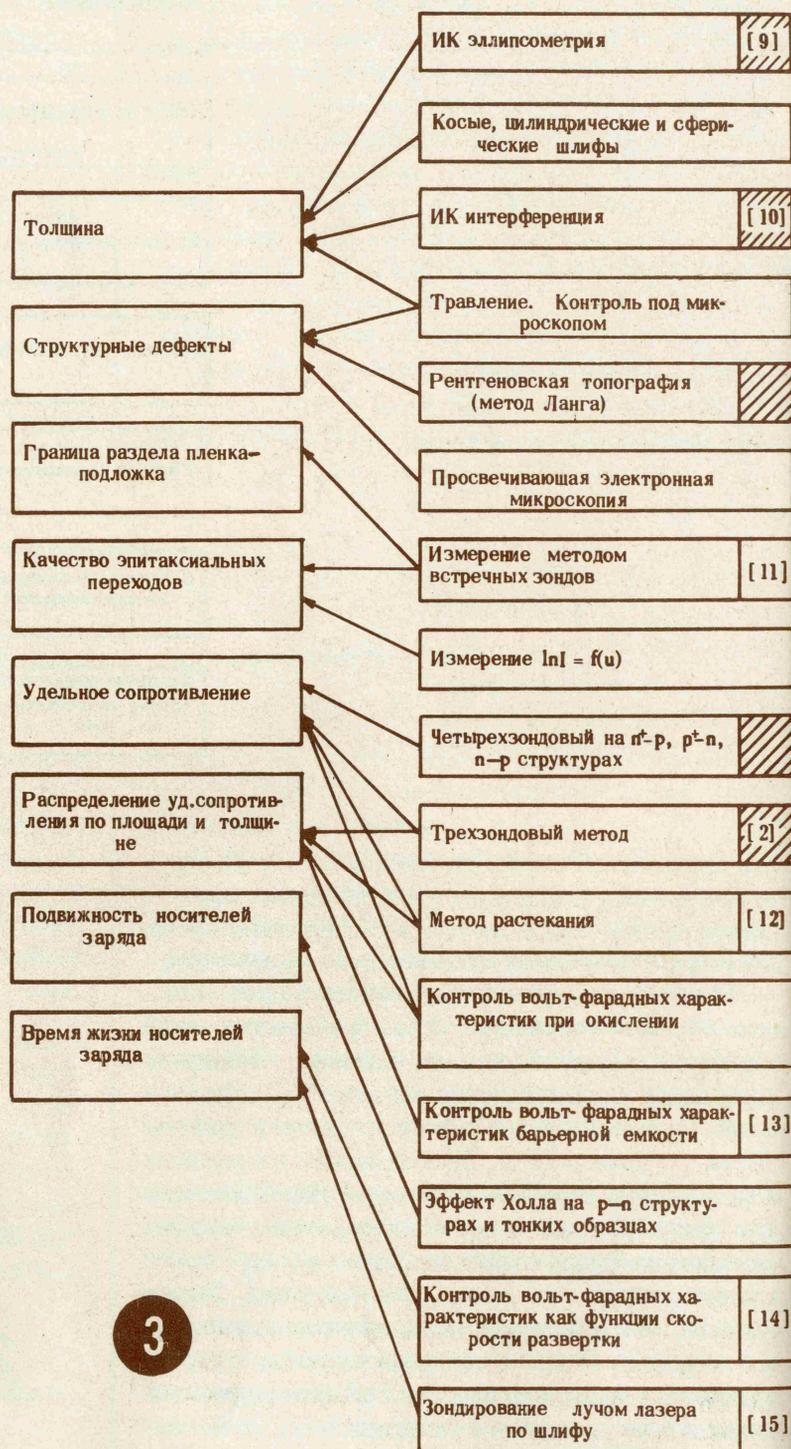
В связи с использованием опера - ции электрополировки важное значение приобретает контроль под микроско - пом, идентификация и классификация дефектов, выявляющихся при электро - полировке пластин. Эти дефекты мо - гут быть связаны как с дефектами ма - териала (включения второй фазы; ди - слокации, декорированные примесями; скопления вакансий и т.п.), так и с де - фектами предыдущей механической об - работки (глубокие риски, выколки и т.п.). Кроме того, не исключены дефекты са - мой электрополировки.

Проблема контроля качества от - мывки пластин или, в более широком плане, контроль чистоты поверхности пластин (пластин с диффузионными и окисными слоями, групповых полупро - водниковых структур и т.п.) является одной из важнейших проблем, определяющих процент выхода и надежность полупроводниковых приборов.

Органические загрязнения и час - тички, сгорая во время процессов окис - ления и диффузии, приводят к появле - нию дефектов в окисных и диффузион - ных слоях. Небольшая жировая прослой - ка на поверхности резко уменьшает ад - гезию металлов при напылении и тем самым уменьшает надежность выводов, которые отслаиваются при испытаниях прибора. Следы тяжелых металлов существенно ухудшают свойства электро - но-дырочных переходов.

В настоящее время контроль ка - чества отмытки производится методом темного поля под микроскопом или по люминесцентному свечению при исполь - зовании ультрафиолетового микроско - па. Между тем для решения этой про - блемы требуется создание специализи - рованного оборудования. Идентифика - ция различных типов органических за - грязнений может производиться, на - пример, по спектрам или времени лю - минесценции. Контроль частиц и вы - яснение их природы, а также контроль следов тяжелых металлов может про - изводиться методом рентгеновского микроанализа.

Ранее применявшиеся методы контроля рассматри - вались в работе [2]. Схема методов контроля, отража - ющая современное состояние вопроса, приведена на рис.3. При производственных испытаниях контролируются тол - щина пленок (чаще всего методом сферических шлифов или по ИК интерференции), удельное сопротивление (четырёхзондовым методом на "спутниках"), качество границы раздела пленка-подложка и качество эпитак - сиальных переходов (методом встречных зондов). В ла - бораторных условиях и при разработке технологии эпи - таксиального наращивания применяется более широкий набор методов контроля. В частности, широко применя - ется метод Ланга, позволяющий выявлять разнообраз -



ные дефекты в эпитаксиальных слоях. С помощью установки Д4С с камерами АЗА, заменив точечный фокус линейным, удалось получить достаточно качественные фотографии дефектов в пластинах и эпитаксиальных пленках за время экспозиции порядка одного часа. Аналогичные результаты можно получить при использовании установок с камерами конструкции В.Ф.Миускова. Обнаружено, что многие дефекты в эпитаксиальных пленках связаны с условиями охлаждения (полосы дислокаций) и с качеством обработки противоположной стороны подложки. Интенсивными источниками дислокаций являются следы шлифовки на обратной стороне подложки.

Н.А.Четыркиной и другими были получены очень хорошие результаты при анализе структурных дефектов и включений в эпитаксиальных пленках методами электронной просвечивающей микроскопии и рентгеновского микроанализа [16].

Оценивая методы контроля удельного сопротивления и его однородности в эпитаксиальных пленках [2], приходится констатировать, что трехзондовый метод имеет весьма ограниченную область применения. Это объясняется все более широким применением тонких высокоомных пленок, для которых данный метод неприменим. Значительно перспективнее метод растекания [12] и метод измерения вольт-фарадных характеристик.

В течение 1967–1969 гг. были отработаны образцы установок для измерения удельного сопротивления, основанные на методе растекания. Полуавтоматическая установка позволяет с точностью $\pm(5-10)\%$ и производительностью 500 измерений в час контролировать однородность удельного сопротивления по площади эпитаксиальной структуры. Как показал опыт, точность измерений существенно повышается при использовании antivибрационных оснований для установок и механизмов опускания зонда, которые применяются в установках для прецизионного измерения микротвердости [17]. К сожалению, метод растекания несколько нарушает поверхность пленки, на которой остаются следы от зонда из карбида вольфрама; кроме того, необходимы эталонные образцы для его калибровки.

О методе измерения вольт-фарадных характеристик будет сказано ниже.

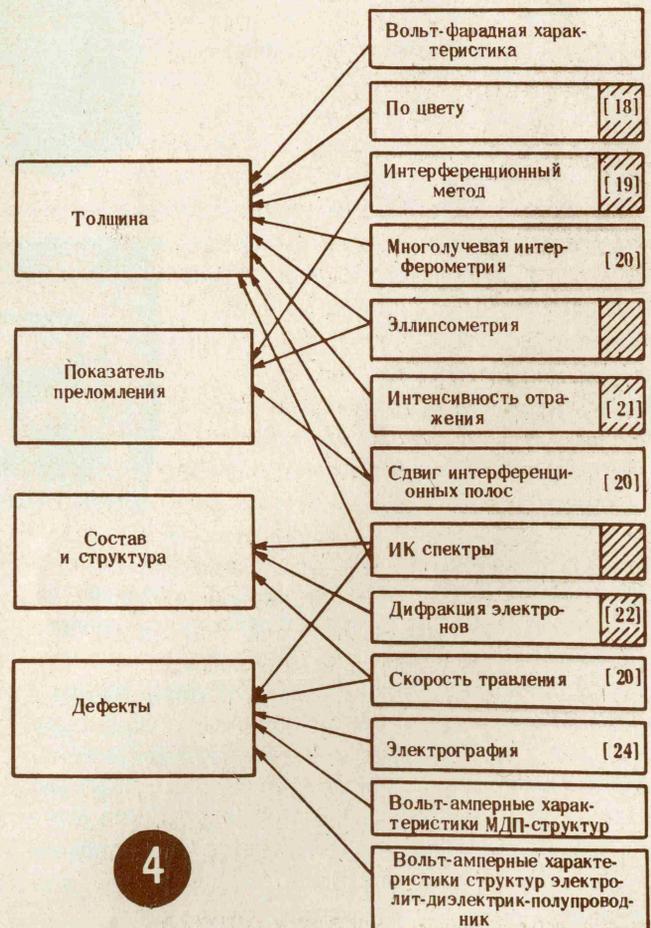
Контроль параметров диэлектриков и систем диэлектрик–полупроводник

Важнейшим этапом планарно-эпитаксиальной технологии является создание систем диэлектрик–полупроводник (окисление, покрытие полупроводников пленками нитрида кремния, фосфорно–силикатными, свинцово–силикатными стеклами и т.п.). Можно считать, что разработанные в настоящее время методы и аппаратура позволяют почти полностью решить проблему контроля параметров диэлектрических слоев.

На рис. 4 и 5 указаны методы, позволяющие контролировать соответственно свойства диэлектрических слоев и свойства и границу раздела систем диэлектрик–полупроводник. Для контроля толщины и показателя преломления диэлектрических слоев наиболее перспективно применение эллипсометрии. В настоящее время разработан [23] удобный и легко воспроизводимый лазерный эллипсометрический микроскоп ЛЭМ–1 с углом 45° на основе промышленного газового лазера ЛГ–55 (рис. 6). Прибор позволяет контролировать толщину диэлектриков в пределах $10-10000 \text{ \AA}$ с точностью $\pm 10 \text{ \AA}$ во всем диапазоне, а также их показатель преломления. С помощью ЭВМ проведен расчет теоретических кривых, дающих возможность определить параметры диэлектрических слоев по эллипсометрическим углам Δ и ψ . Пользуясь лазером, можно проводить измерения методами эллипсометрической микроскопии, что позволяет контролировать дефекты в окислах, следы окисла в окнах и т.п.

Состав и структуру диэлектрических слоев удобно контролировать по положению и интенсивности пиков поглощения при использовании автоматического спектрофотометра типа UR–20 фирмы "Карл Цейс" (ГДР).

Для контроля дефектов в слое диэлектрика наиболее пригоден метод электрографии, предложенный С.П.Синицей (Институт полупроводников СО АН СССР) и развитый в работах Ф.П.Прес-



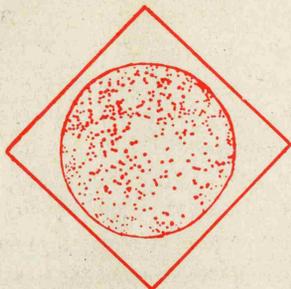
са и С.В.Носикова [24]. Этот метод позволяет получать непосредственно "автоэлектрограммы" дефектов в окисле (рис. 7), хотя размеры изображений дефектов не соответствуют размерам истинных дефектов.

Весьма перспективен для контроля дефектов также контроль вида вольт-амперной характеристики системы электролит-диэлектрик-полупроводник (ЭДП).

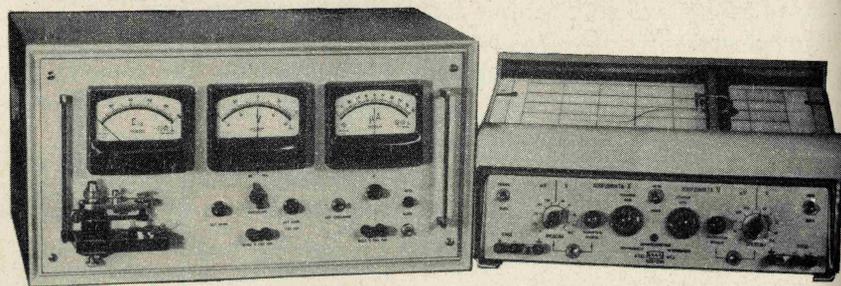
Большинство параметров системы диэлектрик-полупроводник, указанных на рис. 5, можно контролировать методом измерения вольт-фарадных характеристик. Для этой цели разработана весьма простая установка ЖКМЗ.416.001 (рис.8), позволяющая проводить автоматические измерения [25].

Особенностью установки является набор манипуляторов с контактами, позволяющими контролировать параметры системы диэлектрик-полупроводник без напыления металлических пятен, что значительно увеличивает производительность и сокращает время контроля. В техническом описании приведены номограммы, рассчитанные теоретически на ЭВМ для систем диэлектрик-полупроводник (германий, кремний, арсенид галлия) и позволяющие быстро определять ряд параметров, указанных на рис. 5.

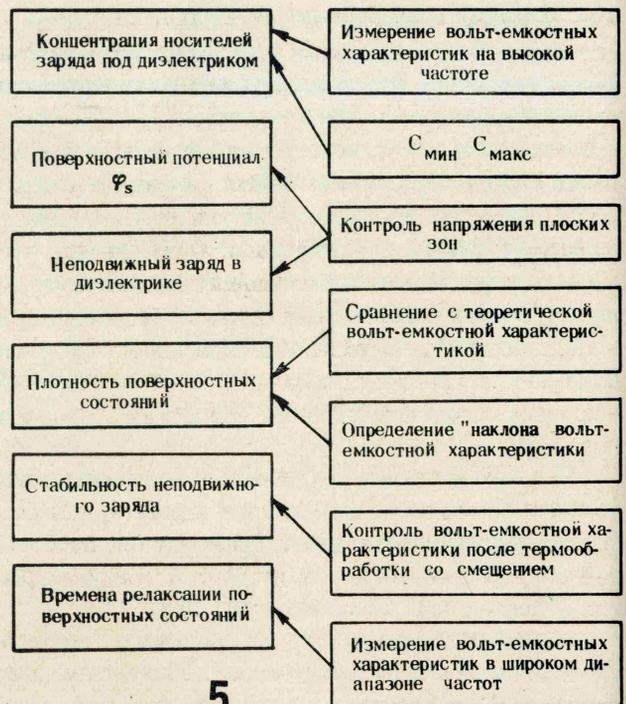
7



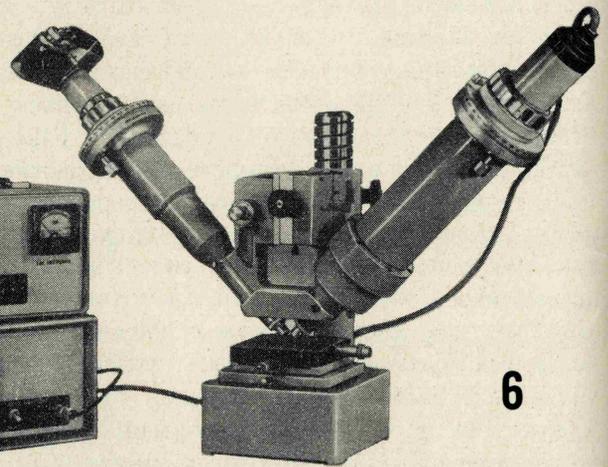
8



Указанный комплекс методик и аппаратуры вполне пригоден для контроля технологии нанесения диэлектриков как в лабораторных, так и в производственных условиях. В лабораторных условиях необходимо также контролировать структуру окислов и диэлектриков рентгеноструктурными, электронографическими методами и с помощью электронного микроскопа, а также проверять маскирующую способность диэлектриков при диффузии примесей и адгезию резиста к диэлектрику при обработке режимов фотолитографии.



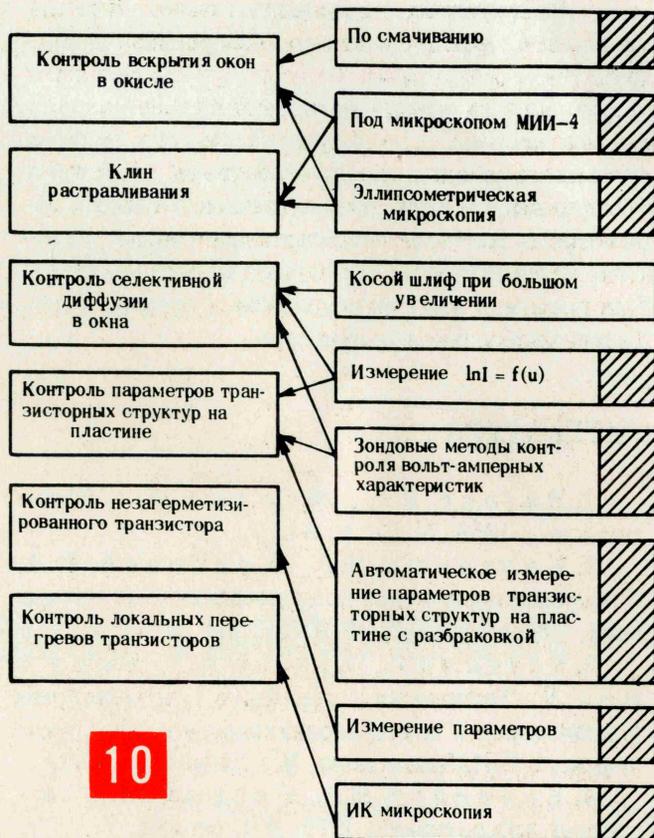
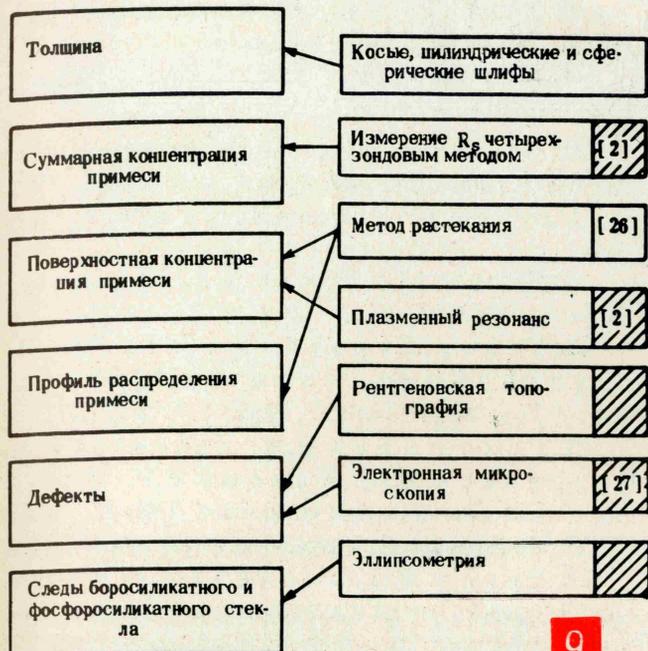
5



6

Контроль параметров диффузионных слоев

Схема контроля параметров диффузионных слоев показана на рис. 9. В производственных условиях обычно измеряют толщину и поверхностное сопротивление диффузионных слоев. При отработке технологии диффузии используются дополнительные методы контроля, например метод плазменного резонанса. При использовании спектрофотометра UR-20 и простой приставки отражения снимаются кривые плазменного резонанса, расшифровка которых позволяет определять поверхность



ную концентрацию примесей свыше 10^{18} атомов/см³ при толщине слоя 1 мкм. Метод особенно пригоден для контроля операции загонки примесей.

Метод растекания применялся [26] для контроля распределения примесей при глубокой диффузии с использованием сферического или цилиндрического шлифа. В настоящее время разработана специализированная установка контроля параметров глубокой диффузии ЖКМЗ.508.000. Применяя сильно растянутые шлифы или прецизионное стравливание, можно контролировать профиль распределения и при мелкой диффузии на глубину до 1 мкм.

Для контроля дефектов, возникающих при диффузии, используются [2] методы рентгеновской топографии (съемка по Борману для германия и съемка по Лангу для кремния).

При отработке технологии тонких диффузионных слоев толщиной 0,1–0,2 мкм повышаются требования к воспроизводимости введения примесей в полупроводник и совершенствованию методов контроля параметров диффузионных слоев. Здесь успешно применялся лазерный эллипсометр для контроля толщины следов фосфорно-силикатных стекол на поверхности кремния в зависимости от концентрации кислорода и фосфора в общем потоке диффузанта.

Контроль параметров диодных и транзисторных структур

На рис. 10 приведена упрощенная схема контроля параметров диодных и транзисторных структур. Перспективным методом для контроля вскрытия окон в окисле является метод эллипсометрической микроскопии.

Выборочный контроль качества проведения селективной диффузии можно проводить зондовыми методами [11] или измеряя вольт-амперные характеристики на приборах ЖК 79.23 и ЖК 5046. Из-

мерения на $p-n$ переходе зависимости $\ln I = f(U)$ в широком диапазоне токов (для маломощных планарных кремниевых транзисторов от 10^{-10} до 10^{-3} а, для германиевых планарных транзисторов от 10^{-8} до 10^{-2} а) дают информацию о механизмах, вызывающих избыточные токи (утечки, канальный эффект, повышенная генерация или рекомбинации в слое объемного и поверхностного заряда и т.п.).

Методами инфракрасной микроскопии, например, с использованием термографического инфракрасного микроскопа ЖК78.18, обнаруживаются локальные перегревы мощных транзисторов, которые определяют их надежность [28].

ВЫВОДЫ

Несмотря на большое количество применяемых методов контроля качества полупроводниковых материалов и структур, проблема контроля полупроводниковой технологии решена не полностью. Необходимо разработать:

- экспрессные неразрушающие методы контроля глубины нарушенных слоев на пластинах после механической обработки;

- производительные методы контроля следов загрязнений на поверхности полупроводниковых структур;

- неразрушающие методы контроля глубины тонких диффузионных слоев и профиля распределения примесей при селективной диффузии;

- неразрушающие производительные методы контроля параметров полупроводниковых структур на пластине до операции сборки;

— неразрушающие производительные методы контроля качества выполнения сборочных операций.

Широкое внедрение методов контроля в разра- ботки и производство полупроводниковых приборов, исследование связи между свойствами исходных материалов, пленок, диэлектрических слоев и па- раметрами приборов позволит существенно повы- сить эффективность полупроводниковой техноло- гии, повысить воспроизводимость и процент выхо- да полупроводниковых приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Barone F.Y., Myers C.F. "Elec- tronics", 1968, N 15, p. 84.

2. Ковтонюк Н.Ф., Концевой Ю.А. Измерения параметров полупроводниковых матери- алов. "Металлургия", 1970.

3. Коутный И., Кудлак Я., Мику- шек Я. Технология серийного производства транзисторов и полупроводниковых диодов. Пер. с чешского В.Н.Пшениснова. М., "Энергия", 1968.

4. Концевой Ю.А., Резвый Р.Р. "За- водская лаборатория", 1970, № 1, стр. 42.

5. Захарьевский А.Н. Интерферомет- ры. Оборонгиз, 1952.

6. Капустина Т.П., Прохорова Т.Г., Тарновская Л.В. "Известия вузов", сер. "Приборостроение", 1964, т. 7, № 4, стр. 9.

7. Fiermans L., Vennik I., "Phys. State Solids", 1967, v. 21, p. 627.

8. Суходрева И.М., Аверьянова З.Б. "Электронная техника", 1968, сер.14, вып.4, стр.52.

9. Hilton A.R., Jones C.E. "J. Electro- chem. Soc.", 1966, v. 113, N 5, p. 472.

10. Reichard T. "Electronics", 1968, v. 41, N 6, p. 101.

11. Концевой Ю.А., Кудин В.Д., Гу- сакон Н.И. "Заводская лаборатория", 1969, № 1, стр. 119.

12. Mazur R.G., Dickey D.H. "J. Elec- trochem. Soc.", 1965, v. 113, N 3, p. 255.

13. Груев Д.А., Маслов А.А., Поно- мерев В.А. "Электронная техника", 1969, сер. 2, вып. 1.

14. Heimann F.P. "IEEE Trans. Electron Devices", 1967, v. ED-14, p. 781.

15. Концевой Ю.А., Резвый Р.Р., ФТП, 1968, т. 2, вып. 7, стр. 1050.

16. Четыркина И.А., Карагенце- ва З.В., Митрофанов В.В., Дедечка- ев Т.Т., Белов Н.А., Эрлих Р.Н., Ва- сюткина З.В. Тезисы докладов II Всесоюзного симпозиума по процессам роста и синтеза кристал- лов и пленок полупроводниковых соединений. Ново- сибирск, изд-во АН СССР, 1969.

17. Глазов В.М., Вигдорович В.Н. Микротвердость металлов. М., Металлургиздат, 1962.

18. Pliskin W.A., Conrad E.E. "IBM J.Res. Develop.", 1964, v. 8, p. 43.

19. Reizman F. "J. Appl. Phys.", 1965, v.36, N 12, p. 3804.

20. Основы технологии кремниевых интеграль- ных схем. Окисление, диффузия, эпитаксия. Под ред. Р.Бургера и Р.Донована. Пер. с англ. М., "Мир", 1969.

21. Fried I.J., Froot H.A. "J. Appl. Phys.", 1968, v. 39, N 12, p. 5732.

22. Takuo Sugano, Koitro Hoh, Kiyoshi Kudo, Noboru Hishinuma. "Jap. Appl. Phys.", 1968, v.7, N7, p.715.

23. Гололобов В.М., Концевой Ю.А., Кудрявцев Е.Н., Резвый Р.Р. Лазер- ный эллипсометрический микроскоп ЛЭМ-1. МЭП СССР, Информационно-справочный листок № 000595.

24. Пресс Ф.П., Носиков С.В. Электро- графический метод исследования полупроводни- ковых структур. "Электронная промышленность", 1970, № 2.

25. Концевой Ю.А., Кудин В.Д., Куд- рявцев Е.Н., Меньшиков С.М., Ро- щин Ю.И. Установка для измерения вольт-фарад- ных характеристик. МЭП СССР, Информационно- справочный листок № 000594.

26. Блинникова-Вяземская Е.В., Иоаннисянц Т.А. Контроль диффузии. "Электронная промышленность", 1970, № 2, стр. 46.

27. Джон Г.Ф. ТИИЭР, 1967, т.55, № 8, стр.7.

28. Кудин В.Д., Концевой Ю.А., Со- колова Е.И. "Обмен опытом в электронной промышленности," 1969, вып. 3, стр. 72.

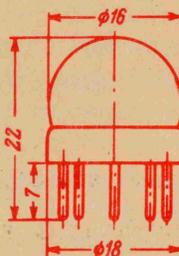
Статья поступила 2 февраля 1970 г.

УДК 658.562:621.382

НОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Многоэлементный цифровой индикатор на карбиде кремния КЛЮ4А

ПРИМЕНЯЕТСЯ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО СЧИ- ТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СЧЕТНО-РЕШАЮ- ЩЕЙ ТЕХНИКЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППА- РАТУРЕ



Цвет свечения желтый
Прямой ток 10 ма
Яркость 20-50 нт
Прямое напряжение 5,5 в

НАДЕЖНОСТЬ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

В.А.ФОМИН, В.А.ВАСИЛЬЕВ, Е.Н.ЗАКС

обеспечение высокого качества в промышленности

Новая система планирования и материального стимулирования предоставляет изготовителю продукции более широкую самостоятельность решений, но одновременно возлагает на него большую ответственность за качество и экономическую эффективность производственной деятельности. В связи с этим предприятие вынуждено искать методы повышения экономической эффективности производства.

Если попытаться оценить затраты на обеспечение качества (что в настоящее время практически не делается экономическими службами предприятий), то на первый взгляд кажется, что они не превышают нескольких процентов от прямых затрат на изготовление продукции. На самом деле, расходы на обеспечение качества соизмеримы с прямыми затратами на изготовление изделий

Ниже приведена ориентировочная оценка затрат (условный коэффициент) на обеспечение качества на некоторых отечественных машиностроительных предприятиях:

на опытных	1,4–2,0
на мелкосерийных	1,2–1,5
на серийных	0,6–1,4

Условный коэффициент затрат на обеспечение качества

$$K_{\text{о.к}} = \frac{C_{\text{о.к}}}{C_{\text{п}}}$$

где $C_{\text{о.к}}$ – затраты на обеспечение качества;

$C_{\text{п}}$ – прямые затраты на изготовление продукции.

Затраты на обеспечение качества могут быть разделены на три основные группы: на устранение дефектов и брака; на оценку качества продукции; на предупреждение возникновения дефектов.

Затраты на устранение брака, кроме стоимости брака и затрат на отбраковку и исправление, включают затраты на доработки и переделки по вине разработчиков и технологов и связанные с этим простои производства. Эти затраты особенно осязаемы на предприятиях, разрабатывающих и выпускающих опытные партии изделий.

Затраты на оценку качества продукции включают стоимость входного контроля покупных материалов и полуфабрикатов; испытаний, проводимых в цехах; контрольного оборудования и инструмента; испытаний готовой продукции; обслуживания и проверки контрольно-испытательной аппаратуры; оплату труда контрольного персонала. Затраты на предупреждение возникновения дефектов предусматривают затраты на планирование работ по качеству, разработку методов и инструкций для производственного и контрольного аппарата; изучение, анализ и контроль производственных процессов с точки зрения обеспечения требуемого качества продукции; конструирование и разработку контрольно-измерительной и испытательной аппаратуры; обучение персонала методам и средствам контроля качества.

Анализ состава затрат на обеспечение качества показывает, что примерно 70% идет на устранение дефектов, затраты на оценку качества составляют 25% и только 5% расходуется на предупреждение дефектов.

Изучение опыта отечественных и зарубежных предприятий приводит к выводу о необходимости отказа от малозффективного и подчас дорогого пассивного контроля качества и поиска методов активного управления качеством труда исполнителей, что позволит эффективно повышать качество изделий на всех этапах их создания. Для этого необходимо главное внимание обратить на третью статью затрат — обеспечение качества: "Предупреждение возникновения дефектов". При правильной организации работ по предупреждению брака значительно снижается количество дефектов и затраты на их устранение, одновременно появляется возможность уменьшить затраты на оценку качества за счет сокращения расходов на контроль качества продукции. Как правило, мероприятия по предупреждению брака не требуют значительных затрат.

Принятая в настоящее время на предприятиях система контроля качества выпускаемых изделий основывается на контроле продукции и проведении комплекса испытаний, устанавливаемых ГОСТ и техническими условиями. При этом вопросами контроля и обеспечения качества в той или иной степени заняты отдел технического контроля, подчиненный директору предприятия, и разобщенные отделы, подчиняющиеся главному инженеру: отдел надежности, отдел измерительной техники и отдел нормализации и стандартизации. Основными недостатками такой системы построения службы контроля качества являются, во-первых, разобщенность и отсутствие четкой координации деятельности подразделений, обеспечивающих качество продукции, а во-вторых, отсутствие единой информационной системы, обеспечивающей оперативный сбор, обработку и использование информации с целью своевременного принятия мер по управлению качеством продукции. Указанные недостатки снижают эффективность и оперативность существующей системы обеспечения качества продукции, а также затрудняют оценку эффективности принятых мер для повышения качества. При такой организации контроля практически отсутствует связь между службами контроля и возможность комплексной оценки информации о качестве. Комплексный подход к контролю качества позволяет централизовать все вопросы деятельности предприятия в этом направлении.

Процесс управления качеством должен включать сбор необходимой информации о качестве на всех этапах создания и эксплуатации изделий, обработку и анализ этой информации, выработку корректирующих команд и передачу их в определенные звенья.

Систематически должны проводиться анализ затрат на обеспечение качества выпускаемых

изделий и разработка основных мероприятий по снижению затрат. Для этого необходимо изменить структуру отделов технического контроля (ОТК) и создать службу управления качеством (см. схему). Предлагаемое объединение подразделений обеспечивает координацию и управление деятельностью предприятия в вопросах качества и позволяет поддерживать качество продукции на достаточно высоком и стабильном уровне.

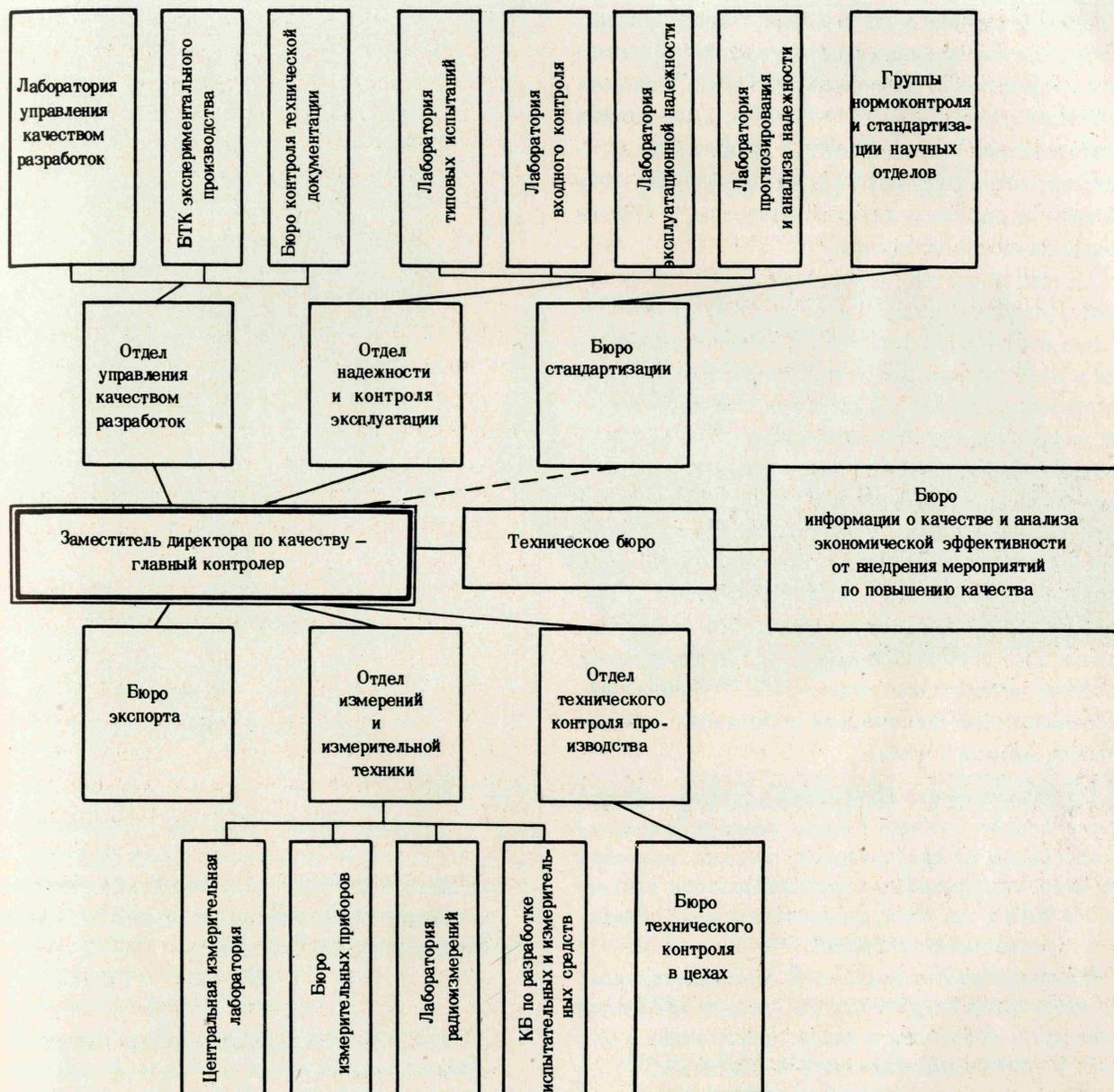
В связи с серьезностью и большой масштабом проблемы качества возглавлять службу обеспечения качества должен авторитетный и грамотный специалист, входящий в состав руководства предприятия, например заместитель директора предприятия по качеству — главный контролер качества продукции. Руководитель службы обеспечения качества получает достаточную административную власть и необходимые технические полномочия. Службу, исходя из главных принципов ее деятельности, целесообразно назвать "Службой управления качеством продукции".

Служба управления качеством, строящаяся с учетом особенностей каждого предприятия, должна выполнять предварительное планирование и оценку качества при конструировании; разработку требований к качеству закупаемых материалов и полуфабрикатов, контроль и оценку их качества; планирование качества при разработке технологических процессов; оценку и контроль качества продукции и технологических процессов; обеспечение измерительными и испытательными средствами (разработка средств и методов, проверка и ремонт); обеспечение поступления информации о качестве; контроль качества изделий при эксплуатации у потребителя; исследование качества; повышение квалификации специалистов по контролю качества.

Единая служба управления качеством объединяет и координирует на предприятии все работы, связанные с вопросами качества, начиная с этапа создания нового изделия и кончая рекомендациями по его усовершенствованию (по результатам эксплуатации). Это позволяет оперативно вмешиваться непосредственно в процесс создания изделия с требуемым уровнем качества, устранить дублирование работ по обеспечению качества, принимать более объективные и действенные решения по устранению недостатков в конструкции изделия, технологическом процессе его изготовления и в методике контроля качества, позволяет создать единую систему сбора, обработки и использования информации о качестве.

Создание специализированной службы управления качеством укорачивает информационные связи, объединяет их в один информационный поток и делает возможным использование ЭВМ. Систе-

СТРУКТУРА СЛУЖБЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ



му управления качеством необходимо рассматривать как самостоятельную подсистему АСУП.

Эффективность работы службы обеспечения качества находится в прямой зависимости от квалификации контрольного аппарата. Очень часто в этом приходится убеждаться при анализе организации контроля качества в НИИ, когда труд разработчика контролирует сотрудник, не имеющий достаточной подготовки. Поэтому необходимо организовать при вузах подготовку инженеров по управлению качеством, ввести в программу вузов специальные дисциплины: теория управления качеством, статистические методы контроля, исследование операций, методы контроля надежности, математическое планирование эксперимента, программирование и применение ЭВМ для управления

технологическими процессами и т.д. За рубежом этим вопросам уделяется большое внимание. Так, в Японии в 23 вузах введен специальный курс по вопросам управления качеством. Каждый год японские вузы выпускают более 3 тыс. специалистов по управлению качеством, но и это количество не удовлетворяет потребностям фирм.

Важной организационной задачей при создании службы управления качеством является определение конкретных функциональных обязанностей подразделений и порядок взаимосвязей и взаимодействия. В целях сокращения организационного периода и повышения эффективности службы управления качеством рекомендуется разработать так называемую "информационную модель", которая позволит выбрать оптимальный вариант уп-

рвления. Качество готового продукта рассматривается как некоторое множество составляющих компонентов.

Информационная модель в целом представляет систему организационно-технических и экономических нормативов, позволяет провести анализ эффективности деятельности службы, упорядочить взаимодействие подразделений и информацию о качестве, четко определив формы и методы воздействия на производственные процессы, формирующие качество продукции.

Составной частью информационной модели службы управления качеством должна являться "Схема взаимодействия подразделений", оформляемая в виде руководящего документа для получения ответов на такие вопросы как: сколько и какой информации необходимо иметь для осуществления процесса управления с заданной степенью точности; каким образом должна быть организована переработка информации; как должен быть организован контроль и какие сигналы управления необходимо контролировать.

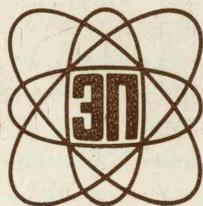
Конечным этапом математического моделирования является определение математическими методами оптимальных параметров управления, обеспечивающих максимально возможную эффективность работы службы.

Для оптимального повышения качества продукции необходимо создать единую службу управления качеством на предприятиях, а также разработать типовые структуры служб управления качеством для НИИ с заводом, производственных объединений и серийных предприятий.

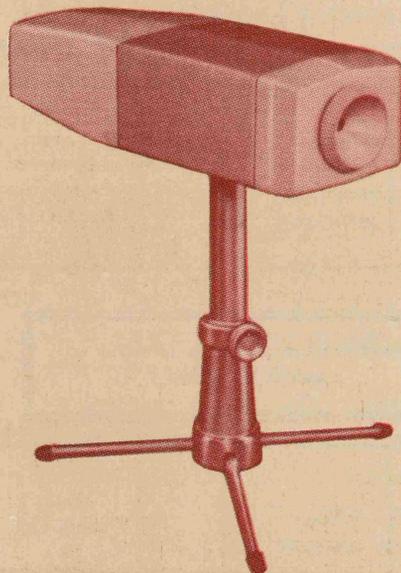
При разработке и внедрении автоматизированного управления производством следует предусматривать сбор, обработку и анализ информации о качестве в виде самостоятельной подсистемы.

Статья поступила 27 июля 1970 г.

УДК 658.562

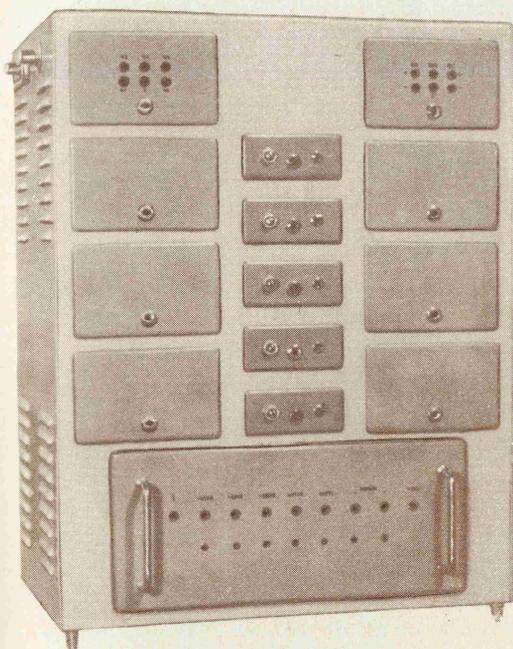


пирозлектрический приемник ЛПП-1



- ПРЕДНАЗНАЧЕН для индикации модулированного излучения видимой и инфракрасной области спектра.
- ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ прибора основан на пирозлектрическом эффекте. В кристалле чувствительного элемента приемника при тепловом облучении происходит изменение вектора спонтанной поляризации, вследствие чего возникает электрический сигнал. Прибор обладает значительно меньшей инерционностью по сравнению с тепловыми приемниками (термопарами, болометрами, термоэлементами), благодаря чему он может применяться при регистрации быстропротекающих тепловых процессов, для отработки систем передачи информации с применением лазера на CO_2 .
- Спектральный диапазон чувствительности 0,4–20 мкм.
- Вес прибора не более 2,5 кг.

Статистический АНАЛИЗАТОР



ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ С КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ АНАЛИЗЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ.

С аналоговым решающим устройством

Статистический анализатор позволяет рассчитывать по выборке процент выхода годных или процент брака, а также параметры, характеризующие настроенность технологического процесса — момент первого порядка M_1 и точность (дисперсию δ^2) по следующим формулам:

Для момента первого порядка

$$M_1 = \frac{3(n_1 - n_7) + 2(n_2 - n_6) + (n_3 - n_5)}{N},$$

где n_{1-7} — количество замеров в данном интервале (накопление частоты);

N — размер выборки.

Для дисперсии

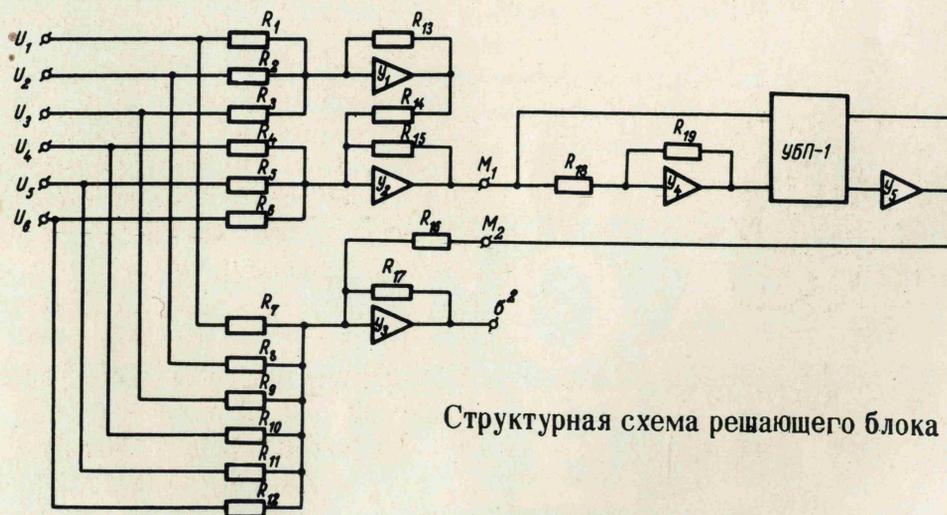
$$\delta^2 = M_2 - \frac{N}{N-1} M_1^2,$$

где M_2 — момент второго порядка.

$$\text{Здесь } M_2 = \frac{9(n_1 + n_7) + 4(n_2 + n_6) + (n_3 + n_5)}{N}.$$

Для процента годных (при занесении количества годных в первый интервал)

$$\frac{n_1}{N} \cdot 100\%.$$



Структурная схема решающего блока

Для процента брака (при занесении количества бракованных изделий в первый интервал)

$$\frac{n_1}{N} \cdot 100\%.$$

Момент первого порядка M_1 и дисперсия δ^2 вычисляются в долях интервала, т.е. результаты расчета представляют собой безразмерные величины, что позволяет использовать прибор для обработки статистической информации любой размерности. Выборка — фиксированная; объем выборки — 25 штук; число интервалов — 7. Точность решения (M_1 не хуже $\pm 1\%$; δ^2 не хуже $\pm 2\%$; процент годных без учета дискретности выборки не хуже $\pm 0,5\%$ от верхнего предела шкалы) достаточна для обработки статистической информации, так как при объеме выборки 25 штук она в два-восемь раз превышает теоретически достижимую точность статистических расчетов.

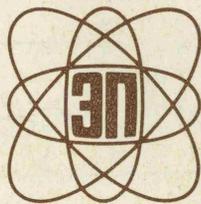
Ввод информации может осуществляться поединично и накопленными частотами. Выводится информация на специальный стрелочный прибор. При использовании преобразователя аналог-код и цифрового печатающего устройства (в частности, цифрового печатающего вольтметра типа ЭЦПВ-3) предусмотрена возможность вывода результатов расчета на печать.

Решающий блок прибора выполнен на стандартных элементах: пяти усилителях постоянного тока УУ-2 и одном унифицированном блоке перемножения УБП-1.

Статистический анализатор успешно прошел промышленные испытания.

Статья поступила 9 января 1970 г.

УДК 681.33



*В.С. СИРОТКИН, Т.А. ИОАННИСЯНЦ,
В.П. ПЕТРОВ, Ф.П. ПРЕСС*

Оптимизация операции скрайбирования

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЦВМ ПОЗВОЛИЛО
ПОВЫСИТЬ ПРОЦЕНТ ВЫХОДА
ГОДНЫХ МНОГОСТРУКТУРНЫХ
ПРИБОРОВ**

При изготовлении многоструктурных приборов (сдвоенных транзисторов, мощных СВЧ транзисторов, больших интегральных схем) часто возникает задача определения выхода годных сложных структур при заданном количестве и распределении одиночных структур.

Для нахождения оптимального варианта скрайбирования пластин с реальным распределением бракованных (годных) структур проведен расчет с помощью ЭЦВМ на десяти пластинах с различным выходом годных одиночных структур.* При расчете рассматривалось скрайбирование как непосредственно на "двойки", так и на "четверки" с последующим выбором годной "двойки". Из полученных результатов следует, что процент выхода годных сдвоенных структур выше при скрайбировании на "четверки". При выборе способа резки на "двойки" процент выхода зависит от условий скрайбирования — по столбцам или по строкам. Как показал опыт, в зависимости от того, с какого ряда структур начата операция, колеблется выход годных.

Применение предложенной методики расчета на ЭЦВМ наиболее целесообразно в следующем порядке. Пластины разбраковываются на автоматических измерителях вольт-амперных характеристик, и информация передается на ЭЦВМ. После обработки информации по разработанной программе, которая хранится в Московском институте электронного машиностроения, ЭЦВМ выдает команду автоматическому скрайберу; тем самым обеспечивается максимально возможный выход годных многоструктурных приборов.

Статья поступила 5 марта 1970 г.

УДК 621.382.3.002.2

* Программа расчета на ЭЦВМ "ОДРА-1013" хранится в библиотеке программ МИЭМ.

ИССЛЕДОВАНИЯ



РАЗ

РА

БОТ

КИ



*В.М.ГУСАКОВ, Р.И.ПАРФЕНОВ,
Т.В.БОХАНКЕВИЧ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ ДЛЯ РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА МОП-ТРАНЗИСТОРАХ

СХЕМЫ НА МОП-ТРАНЗИСТОРАХ ЯВЛЯЮТСЯ НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫМИ ПРИ СОЗДАНИИ БИС С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ИНТЕГРАЦИИ.

Возможность использования МОП-транзистора как в качестве активного элемента ИС, так и в качестве пассивных элементов (резистора и емкости) делает его единственным типовым элементом МОП-ИС. Поэтому обработка типовой модели МОП-транзистора, которая могла бы использоваться для расчета на ЭВМ МОП-ИС различной электрической конфигурации и позволяла бы получать достаточно точные результаты, является актуальной задачей.

Модель МОП-транзистора непосредственно определяется параметрами физической структуры прибора, его топологией и рабочими напряжениями на четырех выводах (истоке, стоке, затворе и подложке). Кроме того, параметры модели МОП-транзистора зависят от электрической конфигурации и топологии конкретной МОП-ИС, т.е. уточнения номиналов параметров модели, обусловленных различными коммутациями выводов МОП-транзисторов в схемах и наличием паразитных элементов.

МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ

Составление модели транзистора можно существенно упростить, если учесть следующее:

– за счет перекрытия затвором областей истока и стока распределенная емкость канала составляет, как правило, 20–30% полной емкости затвора; поэтому емкостью канала можно пренебречь;

– основное влияние на переходные процессы будут оказывать сосредоточенные (внешние) емкости прибора: затвор–исток $C_{з-и}$, затвор–сток $C_{з-ст}$, исток–сток $C_{и-ст}$, исток–подложка $C_{и-п}$, сток–подложка $C_{ст-п}$;

– величины емкостей $C_{з-и}$, $C_{з-ст}$, $C_{и-ст}$ практически не зависят от электрического режима, а величины емкостей $C_{и-п}$ и $C_{ст-п}$ зависят от напряжения на соответствующих $p-n$ переходах. Этой зависимостью емкостей от напряжения при расчете переходных характеристик при большом входном сигнале можно пренебречь и учитывать в модели транзистора их усредненные значения.

При окончательном выборе модели транзистора учитывались влияние потенциала подложки на пороговое напряжение МОП-транзистора [1, 2] и конечная величина проводимости транзистора в области насыщения за счет действия напряжения сток–подложка [2, 3]. Данная модель соответствует транзистору p -типа проводимости (рис. 1); для транзистора n -типа проводимости модель остается той же самой, только диоды изменяют направление на обратное. При расчете параметров модели учитывалась геометрия прибора и параметры материала подложки, диффузионных областей и изолирующего слоя окисла. Параметры модели могут быть замерены на характеристикографе и измерителе емкостей. Сопротивления между омическими контактами истока и стока и активной областью кана-

ла соответственно обозначены $R_{и}$ и $R_{ст}$; распределенные сопротивления слоев от переходов истока и стока к контакту подложки обозначены $R_{п-и}$ и $R_{п-ст}$. Данные сопротивления в правильно сконструированной МОП-ИС, составляющие от единиц до десятков омов, незначительно влияют на характеристики схемы. Диоды D_1 и D_2 обозначают соответственно обратно смещенные переходы исток–подложка и сток–подложка.

Выражение для генератора тока в модели транзистора имеет следующий вид:

$$I_{ст} = \begin{cases} K[2U_{ст}(U_3 - U_0) - U_{ст}^2] & \text{для } U_{ст} < U_3 - U_0 \\ K'(U_3 - U_0)^2 & \text{для } U_{ст} \geq U_3 - U_0, \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{где } K = \frac{\epsilon_{ок} \mu W}{2Lh}; \quad (2) \quad K' = \frac{K}{1 - \Delta L/L}; \quad (3)$$

$$\Delta L = b\sqrt{U_{ст} - (U_3 - U_0)}; \quad (4)$$

$$U_0 = U_{00} + a[(U_{п-и} + \psi_0)^{1/2} - \psi_0^{1/2}]; \quad (5)$$

$$b = \left(\frac{2\epsilon_{Si}}{qN_{п}}\right)^{1/2}; \quad (6) \quad a = \left(\frac{2\epsilon_{Si} qN_{п}}{C_0}\right)^{1/2}; \quad (7)$$

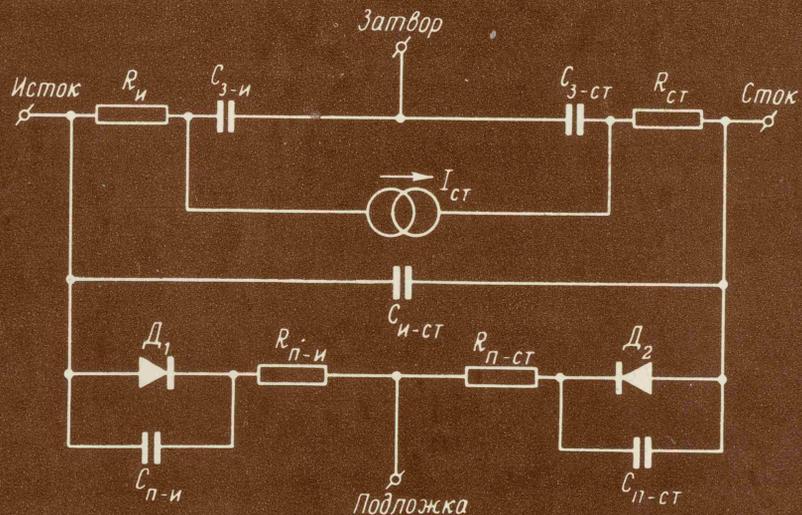
L – длина канала; U_3 – напряжение на затворе;

$U_{ст}$ – напряжение на стоке; $U_{п-и}$ – напряжение подложки относительно истока; ψ_0 – контактная разность потенциалов перехода исток–подложка;

U_{00} – пороговое напряжение транзистора при $U_{п-и} = 0$; $\epsilon_{ок}$ – диэлектрическая постоянная окиси кремния; ϵ_{Si} – диэлектрическая постоянная кремния; $N_{п}$ – концентрация носителей в подложке;

q – заряд электрона; C_0 – удельная емкость окисла под затвором.

Рис. 1.



Данная модель транзистора удобна для расчета МОП-ИС на ЭВМ, поскольку она позволяет легко учитывать паразитные элементы ИС: сопротивления и емкости металлических и диффузионных межсоединений внутри ИС, сопротивления (токи) утечек за счет паразитных МОП-транзисторов и т.п.

Для проверки правильности выбранной модели МОП-транзистора был проведен расчет схемы инвертора на дополняющих МОП-транзисторах (рис. 2).

При составлении системы дифференциальных уравнений, описывающих поведение инвертора, в качестве независимых переменных были выбраны напряжения на емкостных ветвях графа эквивалент-

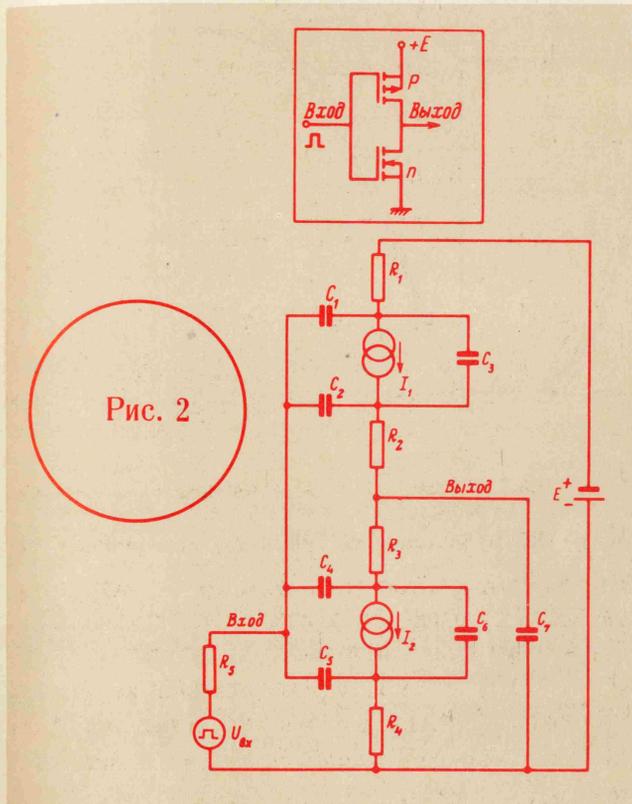


Рис. 2

ной схемы. Эти напряжения полностью определяют состояние схемы в любой момент времени [4]. Классификация ребер графа на ветви и связи была выполнена по алгоритму, изложенному в работах [5, 6]. В соответствии с принятыми в работе [6] обозначениями система дифференциальных уравнений в форме Коши для произвольной схемы без индуктивностей может быть записана в следующем виде:

$$\dot{V}_4 = M_C^{-1} \{ -F_{24}^T M_R^{-1} [F_{24} V_4 + F_{25} R_{55} + F_{85}^T I_8 + F_{27} E_7] + F_{84}^T I_8 - F_{14}^T C_{11} F_{17} \dot{E}_7 \}, \quad (8)$$

$$\text{где } M_C = C_{44} + F_{14}^T C_{11} F_{14}, \quad M_R = R_{22} + F_{25} R_{55} + F_{25}^T,$$

V_4 – вектор напряжений на емкостных ветвях; \dot{V}_4 – производная по времени; I_8 – вектор токов источников тока в моделях транзисторов; E_7 – вектор напряжений источников напряжений (источник входного сигнала и источник питания).

Матрицы C_{11} , R_{55} и C_{44} , R_{22} представляют собой диагональные матрицы, элементами которых являются величины емкостных и резистивных связей и емкостных и резистивных ветвей графа, соответственно. Для рассматриваемой схемы инвертора имеем: емкостные связи (C_3 , C_6); резистивные связи (R_2 , R_3 , R_4 , R_5); емкостные ветви (C_1 , C_2 , C_4 , C_5 , C_7); резистивные ветви (R_1); F_{ij} – подматрицы топологической матрицы F , отражающей закон Кирхгофа для напряжений в независимых контурах; F_{ij}^T – транспонированная подматрица F_{ij} . Алгоритм получения матрицы F общеизвестен [4, 6] и поэтому здесь не приводится.

В данном случае матрица примет вид:

$$F = \begin{vmatrix} F_{14} & 0 & 0 \\ F_{24} & F_{25} & F_{27} \\ F_{84} & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (9)$$

С учетом матрицы (9) система уравнений (8) преобразуется:

$$\dot{V}_4 = -M_C^{-1} F_{24}^T M_R^{-1} \begin{vmatrix} F_{24} & F_{27} \\ V_4 \\ E_7 \end{vmatrix} + M_C^{-1} F_{84}^T I_8. \quad (10)$$

Для расчета переходного процесса в инверторе система уравнений (10) была запрограммирована на машинном языке БЭСМ-4 (интегрирование велось методом Эйлера) и на языке АЛГОЛ-60 (интегрирование – методом Рунге-Кутты с переменным шагом). По программе на языке АЛГОЛ-60 система дифференциальных уравнений составлялась автоматически по матрицам F , C_{11} , R_{55} , C_{44} и R_{22} . Эта программа позволяет также рассчитать некоторый ряд схем, имеющих матрицу аналогичную матрице (9). Блок-схема программы приведена на рис. 3. Блок-схема программы на машинном языке БЭСМ-4 имеет аналогичный вид, за исключением блока формирования системы дифференциальных уравнений, составляемой вручную.

При расчете на ЭВМ были использованы следующие исходные данные:

$$\begin{aligned} C_1 &= 1,8 \text{ нф}; & R_1 &= 0,01 \text{ ком}; & U_{OP} &= 5 \text{ в.} \\ C_2 &= 1,8 \text{ нф}; & R_2 &= 0,01 \text{ ком}; & U_{ON} &= 3 \text{ в.} \\ C_3 &= 1,6 \text{ нф}; & R_3 &\cong 0 \text{ ком}; & K_P &= 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ а/в}^2. \\ C_4 &= 1,0 \text{ нф}; & R_4 &= 0,1 \text{ ком}; & K_N &= 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ а/в}^2. \\ C_5 &= 1,0 \text{ нф}; & R_5 &= 0,075 \text{ ком}; & a &\cong 0,6 \text{ в}^{1/2}. \\ C_6 &= 5,4 \text{ нф}; & U_{BX} &= 11 \text{ в}; & b &\cong 1,1 \text{ мкм/в}^{1/2}. \\ C_7 &= 20 \text{ нф}; & E &= 12 \text{ в.} \end{aligned}$$

БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ИНВЕРТОРА НА ЭВМ

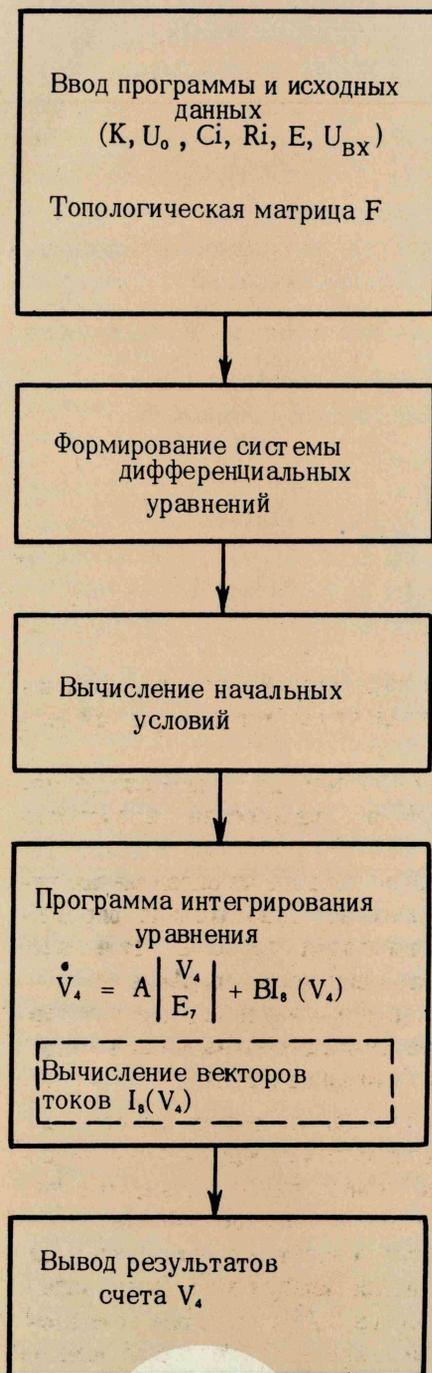


Рис. 3

При интегрировании методом Эйлера время счета составило 10 мин; при интегрировании методом Рунге-Кутта - 25 мин. Вторым методом интегрирования обеспечивается более высокую точность расчета.

Аналитический расчет переходного процесса в инверторе проводился по формулам, полученным в работе [7]. На рис. 4 приведена форма выходного сигнала инвертора, рассчитанная на ЭВМ, аналитически и полученная экспериментально при исследовании реальных образцов инверторов. Результаты расчета на ЭВМ (кривая 1) отличались от результатов аналитического расчета (кривая 2) и от экспериментальных данных (кривая 3) не более чем на 30%.

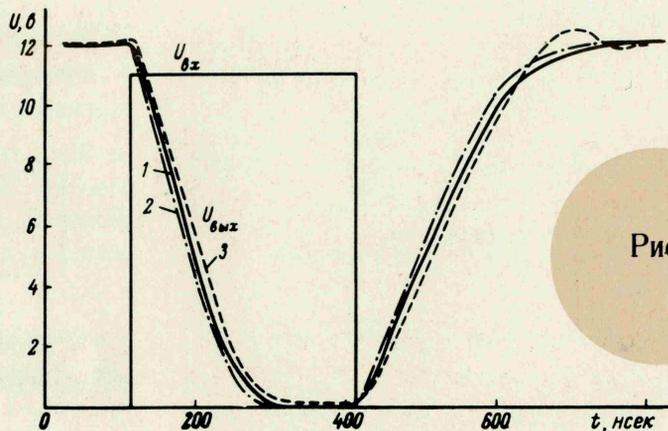


Рис. 4

Выбранная модель МОП-транзистора пригодна для расчета цифровых МОП-ИС, что показано на примере расчета инвертора на дополняющих транзисторах.

Для оптимизации расчета схемы целесообразно выразить электрические параметры модели МОП-транзистора через параметры физической структуры и геометрии прибора.

Возможно использование алгоритмического языка АЛГОЛ-60 для расчета нелинейных цепей, в частности цифровых МОП-ИС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cobbold R.S. "Electron Letters", June 1966, v. 2, p. 189-190.
2. Wood I. Integrated Circuits IEE Conference, May 1967, p. 144.
3. Hodges D.A., Shichman H. ISSCC Feb. 1968.
4. Pottle C. State-Space Techniques for General Active Network Analysis, from book Kuo F.F., Kaiser J.F. System Analysis by Digital Computer. N.Y., 1966.
5. Bashkow Th.R. "IRE Transactions on CT", Sept. 1957, p. 117-119.
6. Sedore S.R. SCEPTRE. "IBM Journal", 1967, N 11, p. 627-637.
7. Burns I.R. "RCA Review", 1964, N 4.

Статья поступила 23 марта 1970 г.

УДК 621.382.82-416.001.24:681.321

Система автоматизации ПРОЕКТИРОВАНИЯ больших интегральных схем с применением ЭВМ

позволяет в десятки раз сократить трудоемкость, сроки и стоимость разработки БИС

Проектирование и изготовление больших интегральных схем (БИС) представляет собой трудоемкий процесс при "ручном" методе проектирования, поэтому широкое внедрение в практику проектирования микроэлектронных устройств БИС с большой степенью интеграции (до нескольких сотен и тысяч элементов) и большой функциональной сложностью возможно только при автоматизации проектирования. Разработана система автоматизации проектирования БИС с помощью БЭСМ-4 и автоматического координатографа, в которой приняты следующие определения:

Монолитная БИС – матрица элементов, на которой в соответствии с таблицей годных элементов и функциональной схемой нанесена схема коммутации контактных площадок элементов.

Гибридная БИС – подложка с бескорпусными элементами, между контактными площадками которых нанесена схема коммутации.

Плата – плоскость с определенным числом равновеликих прямоугольных областей (позиций), на которых должны быть размещены контактные площадки элементов. Все позиции ориентированы одинаково относительно своих контактных площадок. Позиции в строках (столбцах) должны быть расположены с равным шагом. По сторонам платы, сверху, снизу (а также в любой другой комбинации) расположены выходные разъемы. Координаты контактных площадок приведены к опорной сетке. При выборе шага опорной сетки учитываются технологические возможности и электрические параметры схемы. Все магистрали (т.е. линии, на которых могут располагаться проводники схемы коммутации) должны быть расположены в опорной сетке. Система магистралей ортогональная, т.е. горизонтальные и вертикальные магистрали разнесены на различные слои. Межслойные соединения находятся в

узлах пересечения магистралей. Размер переходного отверстия – квадрат со стороной, равной ширине проводника.

Описание платы состоит из определения заштрихованных областей либо множества всевозможных магистралей.

Описание элемента состоит из определения координат площадок элемента относительно определенной контактной площадки элемента. Все элементы должны иметь одинаковое описание.

Псевдоэлемент (п/эл) – часть контактных площадок выходного разъема, расположенная в пределах одной строки или столбца платы.

Описание псевдоэлемента состоит из определения координат контактных площадок п/эл относительно определенной контактной площадки п/эл. Все п/эл должны иметь одинаковое описание.

Цепь – множество контактов элементов и п/эл, электрически связанных между собой. Цепь задается списком элементов (п/эл) и номеров контактов.

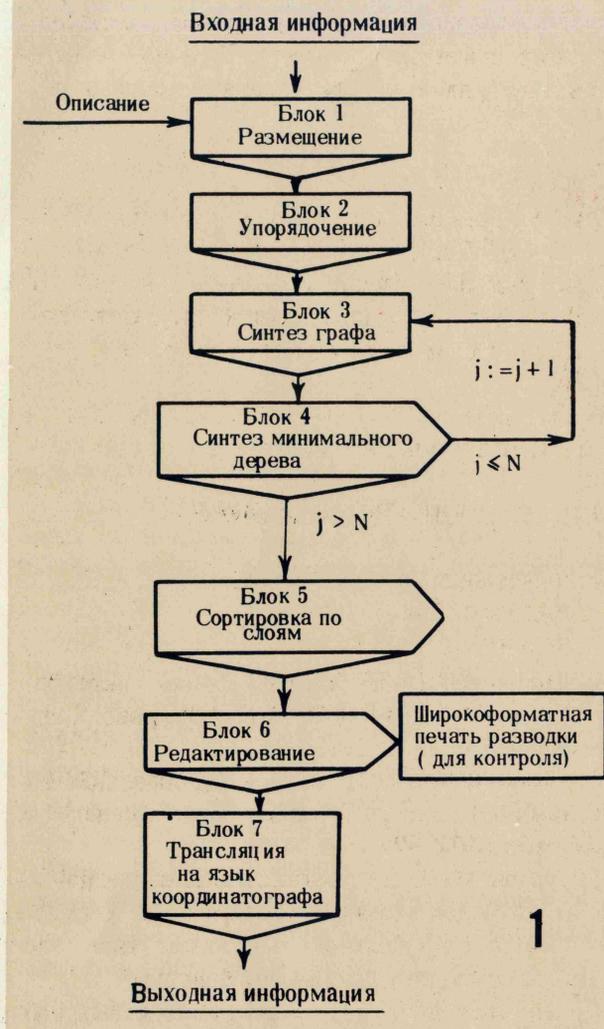
Начальное размещение – множество элементов и п/эл, закрепленных за определенными позициями (очевидно, что все п/эл должны входить в начальное размещение).

Блок-схема программы разводки БИС

На рис. 1 представлена блок-схема программы разводки БИС, где входная информация – список цепей, начальное размещение, матрица годности, описание конструкции – описание платы, описание элемента, описание п/эл и выходная информация – информация о разводке на языке координатографа.

Описание конструкции производится один раз для каждой разработки. Список цепей составляет

БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ РАЗВОДКИ БИС



ся для каждой схемы. Начальное размещение и матрица годности могут оставаться постоянными (например, для гибридных БИС).

Алгоритм размещения

Сначала составляется список элементов по максимальной связности, для чего каждому i -му элементу ставится в соответствие функция связности $\sum_{j=1}^{n_i} P_{ij}$, где n_i — число элементов, смежных с элементом i ; P_{ij} — значение функции связности элемента i , смежного с элементом j , причем $P_{ij} = 1$ при $i, j \in L_1$, $P_{ij} = -1$ при $i, j \notin L_1$, где L_1 — список упорядоченных элементов (на первой итерации упорядочения этот список состоит из элементов начального размещения.).

На первой итерации среди элементов, смежных с множеством L_1 , отыскивается элемент r , имеющий $\max \sum P_{rj}$. Этот элемент (или элементы) приписывается к списку L_1 и для него $P_{rj} := 1$.

Указанная процедура производится на второй, третьей и последующих итерациях до тех пор, пока в список L_1 не войдут все элементы.

Затем из списка L_1 берутся элементы и апробируются на свободных позициях, т.е. на годных и незанятых позициях. Позиция, на которой суммарная длина связей i -го элемента с закрепленными минимальна, считается закрепленной за этим элементом. Эта процедура применяется последовательно для всех элементов списка L_1 .

Третий этап — приписывание контактам элементов координат опорной сетки в соответствии с полученным размещением. Данный алгоритм позволяет производить размещение сотен и даже тысяч элементов на плате БИС с помощью таких ЦВМ как БЭСМ-4 за время от единиц до десятков минут. Список цепей в координатах опорной сетки поступает на блок упорядочения (Блок 2). Упорядочение списка цепей производится по убыванию полупериметров прямоугольников, описывающих контактные площадки одной цепи.

Алгоритм трассировки соединений

Алгоритм состоит из синтеза минимального графа и синтеза минимального стягивающего дерева.

Синтез минимального графа. Пусть имеется некоторое рабочее поле, оставшееся после разводки первых $(j-2)$ цепей. Пусть μ_{j-1} — стягивающее дерево цепи $j-1$. Расположим горизонтальные отрезки на одной плоскости, вертикальные — на другой. Окружим все отрезки дерева μ_{j-1} зоной радиусом $r = 1$ (в единицах опорной сетки) и назовем поле внутри каждой зоны запрещенной зоной. Продолжим границы всевозможных запрещенных зон до пересечения с границами других запрещенных зон, в частности, с границами рабочего поля, и продолжим по осям x и y лучи каждого из контактов $G = (g_1, g_2, \dots, g_m)$ очередной цепи до пересечения с границами зон. Получим граф Γ_j . Если в графе Γ_j в соответствии с опорной сеткой провести всевозможные магистрали, еще не занятые ранее построенными деревьями, то получим граф $\bar{\Gamma}_j$. Нетрудно заметить, что если граф $\bar{\Gamma}_j$ содержит некоторое непустое множество \bar{M}_j стягивающих деревьев j -й цепи, имеющих $\min f(l, n)$, то граф Γ_j содержит некоторое непустое подмножество $M_j \subseteq \bar{M}_j$ этих деревьев, где l — суммарная длина отрезков дерева, n — число перегибов. Поскольку требуется найти только одно из минимальных деревьев, стягивающее контакты j -й цепи, то синтез дерева достаточно провести только в графе Γ_j . Граф Γ_j содержит значительно меньшее число магистралей, чем граф $\bar{\Gamma}_j$, поэтому построение дерева в графе Γ_j проще. В указанном смысле граф Γ_j будет минимальным.

Синтез минимального стягивающего дерева. В основу алгоритма положен волновой принцип [1,2]. Волна распространяется одновременно из всех источников в среде из множества горизонтальных и вертикальных отрезков. При этом считается, что волна распространяется по всему отрезку P_j в обе стороны от точки, отмеченной источником (источник – отрезок P_j , отмечающий отрезок (сток) по волне от контакта K , т.е. по волне с меткой K , где $K = 1, 2 \dots, m$); и что любой отрезок может быть отмечен волной с меткой K не более одного раза.

Процедура распространения волны производится до тех пор, пока среди источников не встретится отрезок r^* (корень дерева) с пометками всех волн. Для текущей итерации, а также для последующих t находятся всевозможные корни $R^*(t)$ выбирается в зависимости от возможности ЦВМ, наличия машинного времени и требуемого качества разводки; для БЭСМ-4 $t = 3 \div 5$). Для каждого $r^* \in R^*$ строится стягивающее дерево методом движения от стоков к источникам. Для минимизации суммарной длины и числа переходов используется некоторая модификация алгоритма Квайна [3], поскольку отрезки, входящие в дерево, могут содержать пометки различных волн. Среди деревьев с корнями из множества R^* выбирается стягивающее дерево μ_j с $\min f(l, n)$.

Дерево μ_j запоминается. По алгоритму синтеза графа строится граф G_{j+1} , находится стягивающее дерево для контактов цепи C_{j+1} и других контактов, пока не будут разведены все цепи.

Поскольку горизонтальные и вертикальные отрезки деревьев разнесены по разным слоям, то для минимизации числа межслойных соединений производится перенос отрезков с одного слоя на другой, если отрезки не имеют пересечений с соответствующими ортогональными отрезками (за исключением электрически связанных). Для минимизации холостых ходов координатографа производится соответствующее упорядочение горизонтальных и вертикальных отрезков каждого слоя.

Вывод информации о разводке

Для предварительного анализа вся информация о разводке БИС выдается в определенном формате и выводится на широкоформатную печать БЭСМ-4. Широкоформатная печать производится квадратами. Размер платы может быть больше одного квадрата, причем отрезки первого и второго слоев обозначаются соответственно "1" и "2", переходы буквой – "П"; контактные площадки – "Ж". Для вычерчивания фотооригиналов информация о разводке транслируется на язык координатографа и выдается на перфоленту, которая является носителем входной информации для координатографа.

Координатограф в зависимости от точности, заданной на топологию, и собственной точности вычерчивает фотооригиналы разводки в соответствующем масштабе, т.е. фотооригиналы каждого слоя и фотооригинал переходов. В данной системе использовался координатограф "Корадомат".

Результаты реализации алгоритмов

Представленные выше алгоритмы были реализованы на ЦВМ БЭСМ-4. (Цепи, которые не развелись в первой паре слоев, разводятся по той же программе во второй паре слоев и т.д.). Стягивающее дерево строится общим для m контактов, где $m < 22$.

Время разводки $T \approx 10N$ сек, где N – число цепей со средним числом контактов в цепи 5–8.

МОЩНОСТЬ ПРОГРАММЫ

Число элементов	≤ 400
Число позиций под элементы	≤ 500
Число контактов элемента	≤ 300
Число задействованных контактов	≤ 4032
Координатная сетка	$\leq (4096 \times 4096)$
Число слоев	2, 4, 6
Объем памяти под программу	7000

2,а

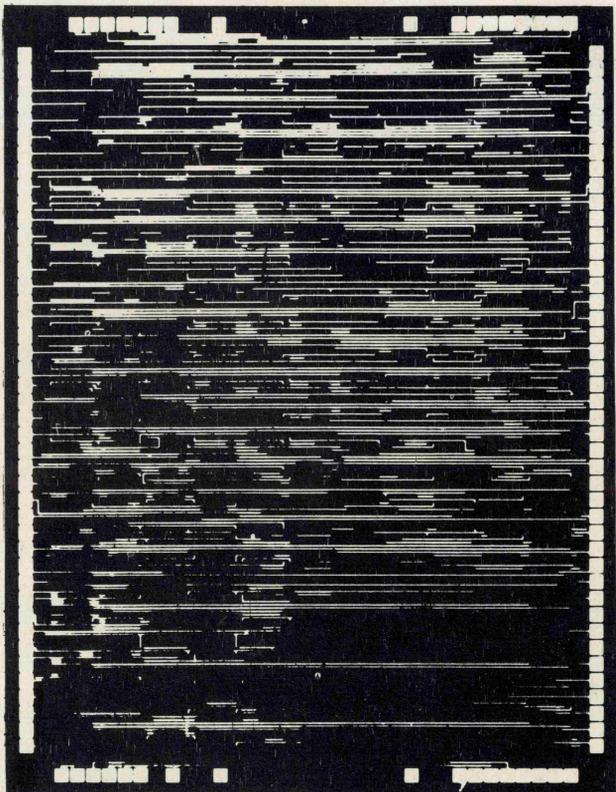


4454647505152535455565760616263646

.
.
.
.
.
.
.

ж . 222222222ж . ж . . 22222222ж
2 2 2 2
2 . 2 2 . . 2
2 2 2 2 2 2
2 . 2 2 . . 2
2 2 2 2 2 2
2 ж 22ж . . . ж22 ж 2 ж . ж
2 2 2 2 2 2
212121111п . . . 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2
2 2 2 . . 2 . . 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2
ж 2 2 . . 222ж 2 ж ? 22ж
2 2 2 2 2 2 2 2
2121211 . 2 . . 2 2 2 2
2 2 2 1 2 2 2 2 2 2
2121п 1 . 2 . . п12121211
2 2 1 2 2 2 2 2 1
2 ж . ж . 2 . ж22 ж 2 ж
2 2 2 2 2 2 2 2
п121111112111121п 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2
21п111111211112121п 2
2 2 2 2 2 2 2 2
ж 2 22ж . 2 22ж 2 ж 2 2 2222222ж
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
21212111121211п 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2
21212111121п . . 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2
2 ж 2 ж2222 2 ж . 2 ж 2 ж
2 2 2 2 2 2 2 2
212121111121п . 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2
2121п111111211112121п
2 2 2 2 2 2
2 2 22ж . ж 2
2 2 2
1121111111111 . . 2
2 1 2
. 2 1 . 2
. 2 1 2
. 2 ж . . ж . ж
. 2
. 2
. 2
. 2
. ж2222

3



2,5

В качестве примера использования описанного в работе алгоритма приведены фотографии фотошаблонов первого и второго металлизированных слоев схемы (рис.2,а и б) в 112 16-контактных элементов (при 132 возможных позициях на подложке) и широкоформатная печать с БЭСМ-4 разводки некоторой схемы (рис.3).

Приведенная система автоматизации проектирования БИС позволяет в десятки раз сократить трудоемкость, сроки и стоимость разработки БИС. Вместо 3-4 чел-мес разработки гибридной БИС сложностью в 100 элементов требуется 2-4 ч работы БЭСМ-4 и координатографа.

ЛИТЕРАТУРА

1. L e e С.Е. An Algorithm for Path Connections and its Application. "IRE Trans. on Electron. Comput.", 1961, v. EC-10, N 3.
2. З и м а н Ю.Л., Р я б о в Г.Г. Волновой алгоритм и электрические соединения, М., ИТМиВТ, 1965.
3. Г л у ш к о в В.М. Синтез цифровых автоматов, М., Физматгиз, 1962.

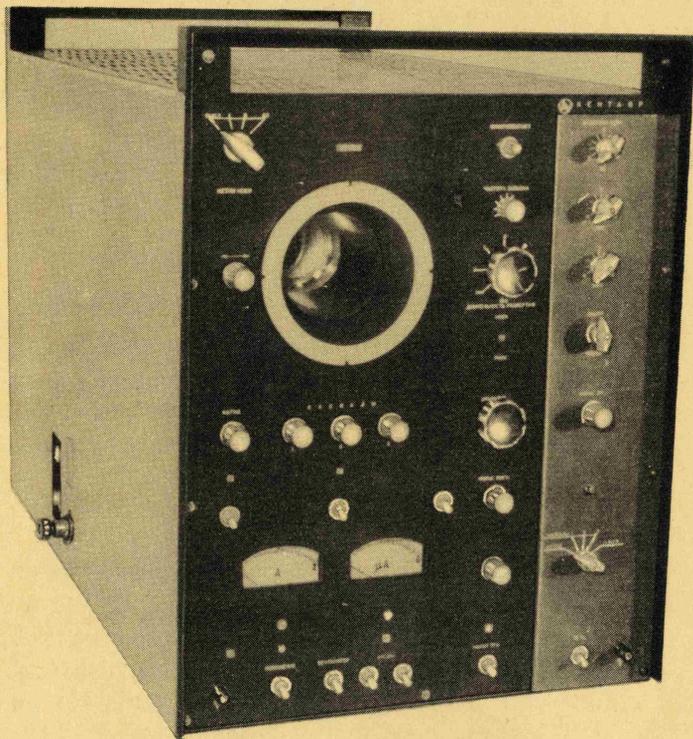
Статья поступила 15 мая 1970 г.

УДК 621.382.82.001.24:681.321

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ

анализатор

БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ
ОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



ПРЕДНАЗНАЧЕН для визуального наблюдения и фоторегистрации быстропротекающих оптических процессов.

ПРИМЕНЯЕТСЯ для исследования интенсивности излучения по параметрам *ПРОСТРАНСТВО - ВРЕМЯ* и *ДЛИНА - ВРЕМЯ*.

Временное разрешение $5 \cdot 10^{-12}$ сек.

Чувствительность 10^{-12} Дж на элемент изображения.

Вес прибора 130 кг.

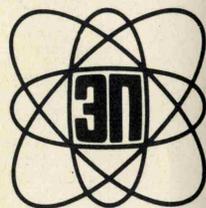
Габариты 850 × 450 × 550 мм³

Прибор выполнен на электронно-оптическом преобразователе УМИ-93кц.

Для изучения спектрально-временных зависимостей используется в паре с любым спектрографом, дающим линейный спектр.

В ДИАПАЗОНЕ

$5 \cdot 10^{-12}$ - $1 \cdot 10^{-7}$ сек



ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

В. Ф. ЗОЛОТАРЕВ

БЕЗВАКУУМНЫЕ АНАЛОГИ телевизионных передающих трубок

ОБЗОР ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ СПОСОБОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДЕОСИГНАЛ
(ПО СОВЕТСКИМ И ЗАРУБЕЖНЫМ ИСТОЧНИКАМ)

Телевизионные методы передачи информации широко внедряются во все области народного хозяйства, расширяя творческие возможности человека, совершенствуя производственную автоматику, транспорт и т.д. В ряде случаев, когда непосредственное наблюдение объектов затруднено, опасно или невозможно, телевидение является единственным способом получения информации.

В качестве датчика телевизионного сигнала в настоящее время, как правило, используются вакуумные передающие трубки. Однако требования комплексной миниатюризации, повышения надежности, уменьшения потребляемой энергии стимули-

руют поиск способов создания безвакуумных аналогов телевизионных передающих трубок (БАПТТ).

В БАПТТ преобразование изображения во временную последовательность электрических сигналов, т.е. в видеосигнал, производится путем последовательной коммутации элементов приемников изображения (приемников лучистой энергии) в цепь нагрузочного сопротивления. Функциональные возможности способа коммутации определяются характеристиками физического процесса в твердом теле, положенного в его основу. Разнообразие стандартов разложения изображения соответствует разнообразию задач, решаемых с помощью телевизионных методов.

Твердотельные способы коммутации допускают телевизионное преобразование изображения как без накопления, так и с использованием принципа накопления заряда. В первом случае выходной сигнал пропорционален локальной интенсивности светового потока изображения, падающего на элемент приемника изображения в момент его коммутации. Во втором случае амплитуда видеосигнала отражает интегральный локальный световой поток изображения, падающий на элемент приемника изображения за время коммутации всех элементов. При этом световой поток изображения используется более полно, что приводит к увеличению чувствительности датчика телевизионного сигнала.

БАПТТ без накопления заряда

Способы преобразования изображения без накопления заряда могут быть как с перемещающейся, так и с неподвижной апертурой. При неподвижной апертуре, в качестве которой используется электронно-дырочный переход, соединение выходов приемников лучистой энергии с апертурой производится с помощью дрейфа неосновных неравновесных носителей заряда. Это обуславливает зависимость амплитуды видеосигнала от местоположения детали изображения на чувствительной поверхности БАПТТ. При перемещающейся апертуре выход БАПТТ последовательно подводится к выходам элементов приемника изображения. В тех случаях, когда перемещающаяся апертура БАПТТ формируется независимо от приемника изображения, возможно увеличение чувствительности датчика сигнала за счет фотоэлектрического накопления при достаточно высокой инерционности фототока.

БАПТТ с неподвижной апертурой (рис.1) состоит из расположенной в зазоре электромагнита

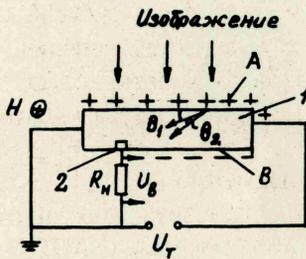


Рис. 1. Схематический разрез строки БАПТТ на основе эффекта Суля

полоски 1 полупроводника. На торцах полоски нанесены омические контакты. У одного из торцов изготовлен коллектирующий неосновные носители заряда $p-n$ переход 2. Рельеф неравновесных носителей заряда, возникающий у поверхности А под действием светового потока изображения, переносится к поверхности В под углом θ , равным сумме холловских углов θ_1, θ_2 неосновных и основных носителей заряда (эффект Суля, БАПТТ С). При этом часть неосновных носителей заряда попадает в поле коллекторного перехода 2, создавая

ток сигнала в цепи нагрузочного сопротивления R_H [1]. При изменении напряженности H магнитного поля рельеф неравновесных носителей заряда сдвигается вдоль поверхности В, вызывая появление напряжения видеосигнала U_B на нагрузочном сопротивлении R_H . Разрешающая способность ограничивается максимальным и минимальным холловскими углами [2]. Для получения предельно высокого максимального и предельно низкого минимального холловских углов необходимо выбирать полупроводник с наибольшей разностью в подвижностях основных и неосновных носителей заряда при высоком удельном сопротивлении. Наиболее полно этим условиям удовлетворяет арсенид галлия.

Растровое разложение изображения при неподвижной апертуре осуществляется путем вытягивания рельефа неравновесных носителей заряда (БАПТТ ВР), возникающего под действием светового потока изображения в полупроводниковой пластинке (рис.2, а, б). Импульсное освещение формирует рельеф носителей заряда в полоске (строке) D_i полупроводника (рис.2, а). Далее этот рельеф вытягивается импульсным тянущим полем, создаваемым напряжением на омических контактах 1, 2. Ток сигнала в цепи коллекторного $p-n$ перехода 3, смещенного напряжением U_g , обусловлен неосновными носителями заряда.

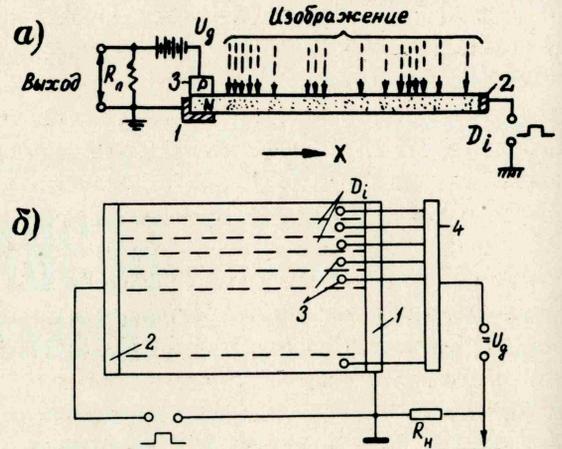


Рис. 2. Схематическая конструкция БАПТТ на основе вытягивания рельефа носителей заряда:

а - разрез строки D_i ; б - многострочный вариант

Многострочный вариант (рис.2, б) состоит из пластинки полупроводника со строками D_i (разделение строк условно и происходит за счет ограничения длины диффузионного смещения носителей заряда, число строк определяется количеством коллекторных $p-n$ переходов 3). Строки переключаются коммутатором 4 в цепь нагрузочного сопротивления R_H и источника питания U_g . Разрешающая способность преобразователя ограничивается величиной тянущего поля и растеканием носителей заряда.

С конструктивной и эксплуатационной сторон преобразователь сложен, так как для его функционирования необходимы коммутатор строк и обтюратор светового потока изображения.

Растровое разложение с неподвижной апертурой (рис.3) можно осуществить с помощью скрещенных [3] электрических полей в полупроводниковом кристалле (БАПТТ СП). Рельеф носителей заряда, созданный у светопроницаемого

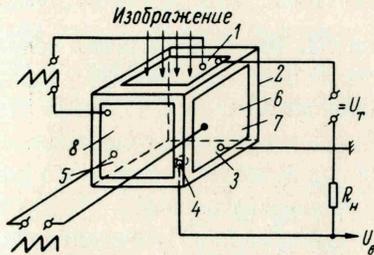


Рис.3. Схематическая конструкция БАПТТ с разверткой скрещенными электрическими полями

электрода 1 полупроводникового кристалла 2 световым потоком изображения, переносится тянущим напряжением U_T к электроду 3. При этом часть носителей заряда попадает в поле коллекторного $p-n$ перехода 4, в результате чего в цепи нагрузочного сопротивления R_N возникает ток сигнала.

Электрические поля, создаваемые напряжением на боковых гранях 5,6 и 7,8, сдвигают рельеф носителей заряда вдоль электрода 3. В цепи коллекторного $p-n$ перехода 4 при этом возникает ток видеосигнала U_B . Разрешающая способность ограничивается конфигурацией электрического поля и искажением линий тока диффузионной составляющей. Удельная разрешающая способность преобразователя составляет примерно 25 лин/мм. Преобразователь изображения допускает оперативное изменение закона развертки изображения путем задания формы отклоняющих полей во времени. Рабочая область светопроницаемого электрода из-за определенной конфигурации электрического поля в кристалле не превышает по размерам толщину кристалла. Поэтому длина линий тока слабо зависит от местоположения детали изображения на чувствительной площадке, что обуславливает слабую зависимость амплитуды видеосигнала от расположения детали изображения.

Однорядное разложение при перемещающейся апертуре (БАПТТ СС) возможно при использовании области нулевого напряжения поперек триодной структуры 1 $p-n-p$ или $n-p-n$ типа (рис.4).

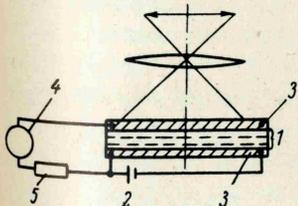


Рис.4. Сканистор с непрерывной базой

Область нулевого напряжения создается балансом постоянного напряжения 2, распределяемого вдоль слоя 3, в качестве которого может служить слой триодной структуры (длиной до 5 см), и пилообразного напряжения 4 противоположной полярности. Граница баланса напряжений передвигается вдоль триодной структуры по мере роста пилообразного напряжения. При этом в цепи нагрузки 5 увеличивается фототок за счет расширения площади фотодиода. Разрешающая способность такого преобразователя, получившего название сканистора, определяется шириной области нулевого напряжения и величиной пробивного напряжения $p-n$ переходов этой структуры и может быть увеличена путем повышения удельного сопротивления кремния за счет компенсации акцепторной примеси золотом, а также путем удлинения триодной структуры [4-6]. Дискретное исполнение (БАПТТ СД) среднего слоя триодной структуры (рис.5) в виде областей n в полоске p с размерами ℓ и с шагом x исключает растекание тока вдоль него и приводит к повышению разрешающей способности примерно в три раза [6].

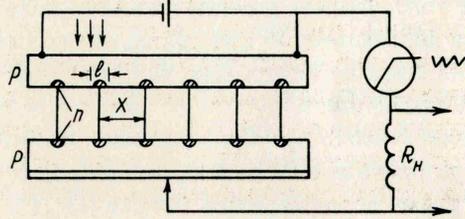
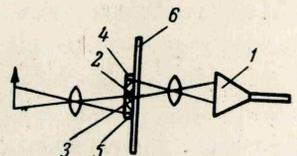


Рис.5. Сканистор с дискретной базой

Для разложения изображения можно использовать локальную фото-э.д.с., возникающую под действием оптического сканирующего луча от источника 1 (рис.6) в полоске 2, контактирующей с фотопроводящей полоской 3. В результате действия локальной фото-э.д.с. между контактами 4 и 5 образуется ток сигнала, определяемый величиной сопротивления прилегающего участка полоски 3, т.е. локальной освещенностью со стороны изображения. Полоски нанесены на подложку 6. Для создания преобразователя применим АФН-эффект.

Рис.6. Схематическая конструкция БАПТТ с коммутацией фото-э.д.с.



Однако он оказывается слишком инерционным.

Большой интерес для разложения изображения представляет использование домена сильного поля (БАПТТ Д), возникающего в полупроводнике 1 под действием внешнего электрического поля (рис.7).

Преобразователь состоит из полоски 1 (на подложке 2) сернистого кадмия с омическими контак-

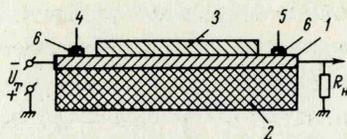


Рис. 7. Схематический разрез БАПТТ со сканированием доменами сильного поля

тами на торцах, к которым подведено напряжение U_T питания через нагрузочное сопротивление R_H . На полосу 1 нанесен фотопроводящий слой 3 также из сернистого кадмия. Под действием напряжения U_T в относительно низкоомной полоске 1 за счет электроакустического усиления образуется домен сильного поля у катода, который двигается к аноду со скоростью звука. У анода домен исчезает, а взамен его автоматически возникает новый домен у катода и т.д. В результате действия поля домена в фотопроводящем слое 3 проходит ток, отражая локальное сопротивление слоя 3 и создавая напряжение видеосигнала на нагрузочном сопротивлении R_H . Благодаря высокому полю домена (около 10^5 в/см) амплитуда видеосигнала оказывается значительной (несколько вольт). Кроме того, так как домены сильного поля образуются независимо от фотопроводящего слоя, допустимо высокое внутреннее усиление сигнала за счет инерционности фототока. Это увеличивает чувствительность преобразователя изображения. Преобразователь обладает существенными преимуществами перед другими типами БАПТТ без накопления заряда при однострочном разложении: он конструктивно прост и не требует блоков разверток.

Разрешающая способность преобразователя ограничивается рассеиваемой мощностью [7]. Удельная разрешающая способность определяется размерами домена и составляет величину не менее 20 лин/мм.

В растровом варианте домены сильного поля передаются с конца одной строки на начало другой через электроды 4 и 5, изолированные слоем диэлектрика 6.

БАПТТ с накопителем заряда

При использовании накопления заряда может быть применена только перемещающаяся апертура, которая представляет собой проводящий канал в высокоомной полупроводниковой структуре. Телевизионный сигнал в таких БАПТТ формируется с помощью переходных процессов, вызываемых появлением проводящего коммутирующего канала [8].

Преобразователь изображения состоит из фотопроводящего слоя 1 (рис.8) и коммутационного слоя 2, заключенных между электродами 3 и 4, по крайней мере один из которых светопрозрачен (со стороны изображения). К электродам через нагрузочное сопротивление R_H подведено напря-

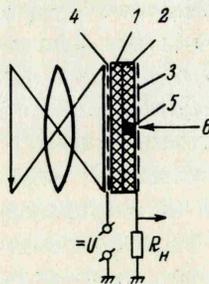


Рис. 8. Схематическая конструкция БАПТТ с оптической коммутацией

жение питания U . Через проводящий канал 5 в коммутационном слое производится зарядка емкости фотопроводящего слоя 1. После отвода проводящего канала емкость фотопроводящего слоя 1 разряжается под действием светового потока изображения 6, уменьшающего его сопротивление. Вследствие неравномерной освещенности со стороны изображения вдоль слоев 1 и 2 формируется рельеф потенциала. При повторном подводе коммутирующего участка происходит восстановление зарядов на емкости фотопроводящего слоя, а ток дозарядки емкости создает на нагрузочном сопротивлении R_H видеосигнал.

Как видно, энергия светового потока изображения аккумулируется в виде энергии стекающих зарядов за время между коммутациями, равное времени передачи кадра, т.е. осуществляется накопление заряда. Особенности и характеристики преобразователей определяются способом создания проводящего коммутирующего канала.

Проводящий канал может быть сформирован в фотопроводящем слое световым потоком оптического луча 6 (рис.8) [9, 10]. При этом потенциальный рельеф образуется за счет фотопроводимости приемного слоя 1 (БАПТТ ФП) [9] либо за счет фотоэлектрического состояния [10] (БАПТТ ФС). В последнем случае преобразователь состоит из одного слоя, обладающего фотоэлектрическими свойствами. Это существенно упрощает конструкцию и технологию изготовления БАПТТ. С целью достижения высокой разрешающей способности необходимо выбирать фотопроводящий коммутационный слой с наиболее высокой фоточувствительностью при низкой инерционности. Эти противоречивые требования ограничивают разрешающую способность преобразователя [11, 12]. Удельная разрешающая способность $R_{уд}$ преобразователя может быть высокой (до 100 лин/мм) и характеризуется размером d коммутирующего светового пятна ($R_{уд} = 1,8/d$).

Можно формировать проводящий канал с помощью упругого импульса (БАПТТ У), распространяющегося вдоль коммутационного слоя с электронно-дырочным переходом [13]. Проводящий канал возникает за счет увеличения концентрации неосновных носителей заряда под давлением в упругом импульсе. Недостатками такого преобразователя являются сложность коммутации упру-

ного импульса между строками и трудность гашения отраженных упругих волн.

Возможно формирование проводящего канала путем переключения ключевых полупроводниковых триодов с помощью электрических тактовых импульсов [14]. В этом случае преобразователь состоит из матрицы фотосопротивлений R_{CP} C_3 или фототриодов (БАПТТ М), расположенных между взаимно перпендикулярными проводящими шинами, коммутируемыми в цепь нагрузочного сопротивления (рис.9). В качестве коммутаторов используются логические микросхемы или сдвигающие регистры на основе полевых транзисторов.

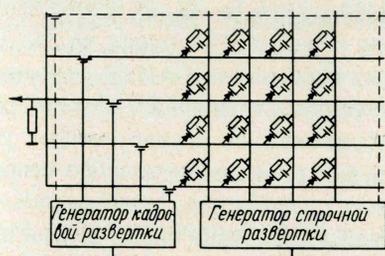


Рис. 9. Схематическая конструкция БАПТТ с коммутацией электрическими тактовыми импульсами

Такой преобразователь также сложен конструктивно, требует для реализации современной технологии больших микросхем с высоким процентом технологического выхода элементов. Вместе с тем в этом направлении имеются наиболее высокие экспериментальные достижения. Создана полностью твердотельная камера на 256 строк разложения изображения [15]. Частота передачи кадров 60 *и*. Камера имеет размеры узкоплечного фотоаппарата вместе с оптикой и источниками питания. Потребляемая мощность около 3 *вт*.

Большой интерес представляет способ, при котором в качестве проводящего канала используется обогащенный участок в полупроводниковой модели нервного волокна [16]. Основой последней является планарно-эпитаксиальная матрица тиристоров. Один из тиристорных элементов матрицы, образующей слой 2 (см.рис.8), переходит в состояние низкого сопротивления при подаче запускающего электрического импульса, что приводит к зарядке емкости прилегающего участка фотопроводящего слоя 1. Протекание тока через элемент заканчивается после зарядки емкости, и тиристор возвращается в состояние высокого сопротивления. При низком сопротивлении в тиристоре наблюдается высокая концентрация избыточных носителей заряда. Это вызывает приток неравновесных носителей заряда в соседний тиристорный элемент, что приводит к уменьшению напряжения включения тиристора и переводу его в состояние низкого сопротивления. Вследствие этого в соседнем тиристорном элементе также протекает ток зарядки емкости прилегающего участка фотопро-

водящего слоя 1 и т.д. Таким образом, вдоль нейристорной линии распространяется участок поперечного тока, сопровождающийся зарядкой емкости фотопроводящего слоя. Далее происходит разряд емкости фотопроводящего слоя, вызывающий формирование потенциального рельефа изображения. Повторное прохождение нейристорного импульса приводит к восстановлению заряда емкости фотопроводящего слоя, а ток зарядки создает видеосигнал на нагрузочном сопротивлении R_H . Так как нейристорный импульс распространяется без затухания, длина нейристорной линии не накладывает ограничения на разрешающую способность преобразователя, получившего название нейрокона (БАПТТ Н). Удельная разрешающая способность ограничивается технологическими возможностями планарно-эпитаксиальной технологии и составляет величину около 20 *лин/мм*. В нейроконе коммутирующий участок распространяется под действием напряжения постоянного тока, т.е. блоки разверток не требуются, что существенно упрощает передающую телевизионную аппаратуру. Отсутствие отрицательного сопротивления в части элементов матрицы не влияет на работоспособность нейрокона. В этом случае приток концентрации неравновесных носителей заряда от включаемого элемента осуществляется в следующий тиристорный элемент, т.е. нейристорный импульс "перескакивает" через неработающие каскады. Недостатком нейрокона является то, что скорость сканирования зависит (однозначно) от интенсивности светового потока изображения. Однако он легко устраним путем замены фотопроводящего слоя матрицей фотодиодов или фототриодов [8].

БАПТТ с промежуточным хранением информации

Факт возникновения потенциального рельефа изображения в БАПТТ с накоплением заряда создает возможность изготовления преобразователей с промежуточным хранением информации между записью и считыванием изображения. В этом случае вместо коммутационного слоя 2 (см.рис.8) используется слой полупроводника, способный хранить потенциальный рельеф некоторое время. При записи изображения оптический луч *б* не проецируется. После возникновения потенциального рельефа изображения напряжение питания отключается, а электроды 3 и 4 замыкаются через нагрузочное сопротивление. Считывание изображения производится путем проецирования оптического луча *б*.

Хранение информации может быть осуществлено в слое сегнетоэлектрика [17] (БАПТТ СЭ). В процессе записи рельеф частичной сегнетоэлектрической поляризации в слое 2 образуется из-за неравномерной освещенности фотопроводящего слоя. При считывании информации подается им-

пульс напряжения противоположной полярности, что вызывает переполяризацию сегнетоэлектрика до уровня спонтанной поляризации через проводящий канал в слое 1 (см. рис. 8), созданный оптическим лучом 6. Разрешающая способность ограничивается удельным сопротивлением фотопроводящего слоя 1 [18] и может достигать высоких значений (до 100 лин/мм). Информация может храниться также в слое фотоэлектрета [19] (БАПТТ ФЭ). Как и в сегнетоэлектрике, в слое фотоэлектрета в процессе записи возникает рельеф поляризации. Фотоэлектретная поляризация обладает более длительным временем хранения и может достигать 150 ч. При считывании информации оптический луч вызывает локальную фотодеполяризацию. Стекающие при этом заряды формируют на нагрузочном сопротивлении видеосигнал.

Поскольку величина фотоэлектретной поляризации намного меньше сегнетоэлектрической, такой преобразователь может обладать высокой разрешающей способностью только при невысокой удельной разрешающей способности. Разрешающую способность можно увеличить путем уменьшения емкости электродов [20]. В этом случае при считывании используется электрод в виде светопроницаемой полоски 1, расположенной на расстоянии l от слоя 2 (рис. 10), в которой и возникают наведенные заряды благодаря наличию фотоэлектретного поля на поверхности последнего. Оптический луч 3, вызывая фотодеполяризацию фотоэлектрета 2 на фотопроводящем слое 4, освобождает часть наведенных зарядов. Стекая через нагрузочное сопротивление R_H , они создают напряжение видеосигнала U_B . Так как полоска 1 не контактирует со слоями 4 и 2 можно изготавливать эти слои большой площади, располагая их на ленточном проводящем носителе 5 (БАПТТ Л). При записи информации в качестве электрода используется коронирующий разряд 6.

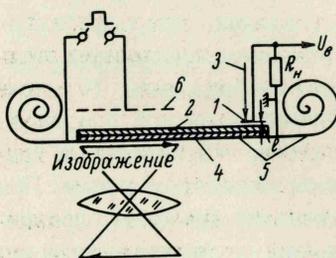


Рис. 10. Схематическая конструкция БАПТТ с ленточным носителем информации

Применение ленточного носителя информации приводит к резкому увеличению объема памяти. БАПТТ с ленточным носителем информации допускает высокую удельную разрешающую способность (до 100 лин/мм), ограничиваемую размерами светового сканирующего луча [20]. Хотя БАПТТ с ленточным носителем информации использует механическое перемещение ленты, устройство формирования сканирующего оптического луча значительно проще, чем при других типах преобразователей с промежуточным хранением информации, так как требуется качение луча лишь в одном измерении. Функциональные способности БАПТТ с ленточным носителем информации по объему памяти и разрешающей способности при этом намного выше.

зователей с промежуточным хранением информации, так как требуется качение луча лишь в одном измерении. Функциональные способности БАПТТ с ленточным носителем информации по объему памяти и разрешающей способности при этом намного выше.

Параметры стандартов разложения изображения

Зависимости чувствительности E (освещенности в местах белого, необходимой для создания отношения сигнал/шум, равного 30) и частоты передачи кадров (строк) f_K от разрешающей способности (числа строк) n приведены на рис. 11–14. При оценках этих параметров БАПТТ учитывались генерационно-рекомбинационные шумы светового потока изображения, коммутирующего участка, а также тепловые шумы нагрузочного сопротивления. Разрешающая способность определялась как число апертур, укладываемых вдоль строки при провале между импульсами видеосигнала от соседних светлых деталей, равном 20%. Как видно из рис. 11, лучшую чувствительность при высокой частоте передачи кадров и высокой разрешающей способности могут обеспечить БАПТТ с разложением изображения электроакустическими доменами сильного поля (кривая Д). Это обусловлено возможностью использования фотоэлектрического накопления за счет инерционности фотопроводящих слоев сернистого кадмия. Данные по fotocувствительности слоев сернистого кадмия взяты из работы [21].

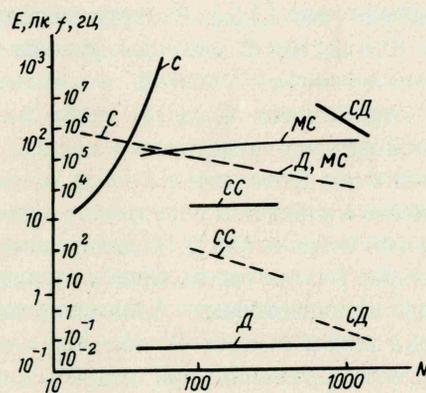


Рис. 11. Зависимость чувствительности E (кривые сплошные) и частоты f передачи строк (пунктирные кривые) от разрешающей способности N однострочных способов разложения изображения без накопления заряда

Как уже упоминалось, такие БАПТТ отличаются также наибольшей конструктивной и эксплуатационной простотой. Высокую чувствительность при растровом разложении изображения без накопления заряда при относительно высокой разрешающей способности может обеспечить развертка скрещенными электрическими полями (рис. 12, кривые СП).

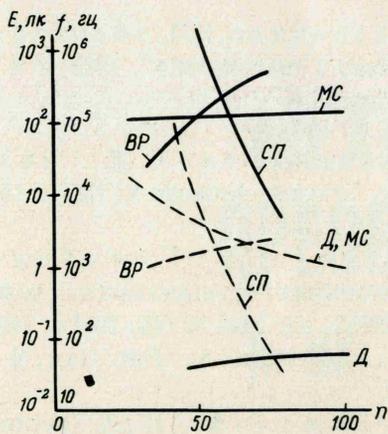


Рис. 12. Зависимость чувствительности E (кривые сплошные) и частоты f_k передачи кадров (пунктирные кривые) от числа строк n растровых БАПТТ без накопления заряда

Еще более высокой чувствительностью обладают БАПТТ с разложением доменами сильного поля (кривая D). Однако для растрового разложения изображения такие БАПТТ трудно использовать из-за необходимости теплоотвода (при числе строк около 100 рассеиваемая мощность составляет около 70 вт).

Наибольшую разрешающую способность при преобразовании изображения с накоплением заряда (рис. 13) [8] с высокими чувствительностью и частотой передачи кадров могут обеспечить

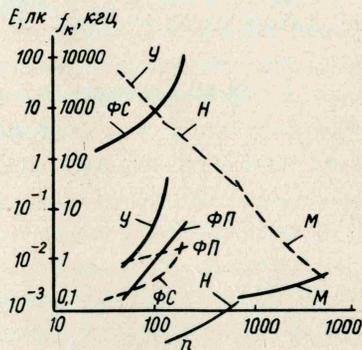


Рис. 13. Чувствительность E (сплошные кривые) и частота f_k передачи кадров (пунктирные кривые) способов преобразования изображения с накоплением заряда

БАПТТ с разверткой нейристорным импульсом (нейроконы, кривые H) и электрическими тактовыми импульсами (матричные БАПТТ кривые M). Нейроконы, однако, более просты в эксплуатации и предъявляют меньшие требования к технологическому выходу элементов. Относительно высокая чувствительность этих преобразователей обуславливается исключительно высокой fotocувствительностью фотопроводящих слоев сернистого кад-

мия [21], обладающих тем не менее высокой инерционностью (~ 1 сек). Поэтому частота передачи различных кадров значительно ниже отмечаемых на рис. 13.

Наибольшей разрешающей способностью БАПТТ с промежуточным хранением (рис. 14) [8] обладают преобразователи с ленточным носителем информации (кривые L) и на основе сегнетоэлектриков (кривые $CЭ$). Однако, как упоминалось, разрешающая способность БАПТТ с ленточным носителем информации существенно выше, чем у БАПТТ $CЭ$, из-за большего объема памяти. Значительно выше при этом также время хранения (150 ч). Таким образом, БАПТТ с ленточным носителем информации обладают наибольшими функциональными способностями. Время записи кадров изображения t_3 , приведенное на рис. 14, означает длительность импульса питания. Время экспозиции при записи изображения, определяемое, инерционностью слоев сернистого кадмия, намного превышает длительность импульса питания.

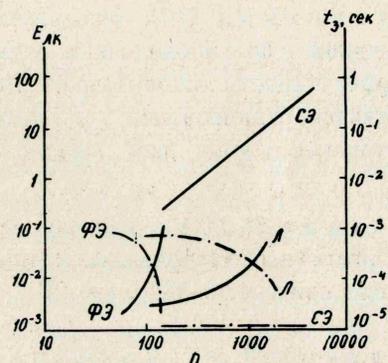


Рис. 14. Чувствительность E (сплошные кривые) и время записи t_3 изображения БАПТТ с промежуточным хранением информации (пунктирные кривые)

Анализ БАПТТ показывает, что наибольшими функциональными возможностями при относительной конструктивной и эксплуатационной простоте обладают следующие способы твердотельной развертки:

а) для однострочного разложения без накопления заряда — сканирование электроакустическими доменами сильного поля;

б) для растрового разложения без накопления заряда — отклонение линий тока неравновесных носителей заряда скрещенными электрическими полями в кристалле;

в) для растрового разложения с накоплением заряда — коммутация нейристорным импульсом;

г) для разложения с промежуточным хранением информации — запись изображения в виде рельефа фотозелетной поляризации с использованием ленточного носителя информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катъс Г.П., Зотов В.Д. Способ развертки изображения. Авт.свид. № 212384, кл. 21д, 29/10, 20.XП.1966.
2. Замфир Г.Н., Золотарев В.Ф. "Автоматика и телемеханика", 1970, №8, стр.159.
3. Катъс Г.П., Зотов В.Д., Широков В.Б. Способ двухмерного разложения изображения. Авт. свид. № 213988, кл.21д. 29 / 10, 20.XП.1966.
4. Берковская К.Ф. "Полупроводниковые приборы и их применение", М. " Советское радио", 1968, вып.20, стр.3.
5. Золотарев В.Ф., Каверзнев В.П., Кузьмин Г.А., Никитин В.П. "Вопросы радиоэлектроники", сер. IX, 1968, № 4, стр.76.
6. Замфир Г.Н., Золотарев В.Ф. ФТП, 1969, т.3, № 8, стр.1273, деп. № 491-69, 4.Ш.1969.
7. Замфир Г.Н., Золотарев В.Ф. ФТП, 1970, № 9, стр. 1342.
8. Головихина В.П. Исследование физических явлений в полупроводниках и диэлектриках и их эффективности использования в твердотельных способах сканирования с накоплением заряда. Автореферат канд. дисс. Рязань, РРТИ, 1970.
9. Жилевич И.И. Устройство для преобразования оптических изображений в серию видеосигналов. Авт.свид. № 146757, кл. 21а, 29 / 30, 3.1У.1959.
10. Беляков Л.В., Золотарев В.Ф. "Вопросы радиоэлектроники", сер. IX, 1966, № 4, стр.97.
11. Головихина В.П., Золотарев В.Ф. "Техника кино и телевидения", 1969, № 6, стр. 64; 1970, № 2, стр. 54.
12. Головихина В.П., Золотарев В.Ф. "Ученые записки УГПИ", 1969, т.24, № 3, ч.2, стр. 270.
13. Пырлин Л.Э., Гринбаум М.Б. Способ считывания потенциального рельефа. Авт. свид. № 138952, кл. 21а, 32/35, 29. IX. 1960.
14. Nicolson A. Pat. USA, N 1779748, 28.X.1930.
15. Weimar R. K. "IEEE Spectrum", 1969, v.6, N 3, p. 52.
16. Золотарев В.Ф., Стафеев В.И. Способ безвакуумного преобразования изображения. Авт. свид. № 223137, кл.21а, 32/35, 13. II. 1967.
17. Hanlet J.M.N. Solid State camera apparatus and sistem. Pat. USA, N 3083262, cl.178-71, 26. III. 1963.
18. Головихина В.П., Золотарев В.Ф. "Ученые записки УГПИ", 1969, т.24, № 3, ч.2, стр.210.
19. Головин Б.М., Жулудов И.С., Орлов И.Н., Фридкин В.М. ДАН СССР, 1959, т.129, № 5.
20. Головихина В.П., Золотарев В.Ф. "Ученые записки УГПИ", 1969, т.24, № 3, ч.2, стр.249.
21. Чалая В.Г. Исследование рентгенопроводимости монокристаллов сернистого кадмия и его аналогов. Автореферат канд.дисс. ИПАН УССР, Киев, 1967.

Статья поступила 5 мая 1970 г.

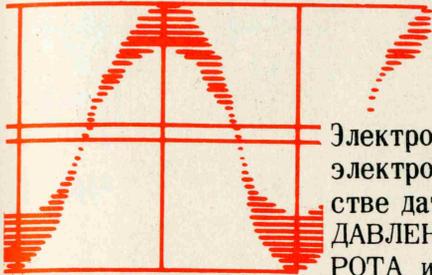
УДК 621.385.832



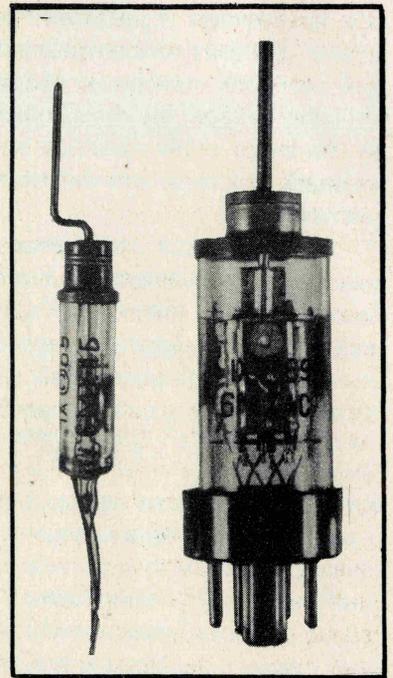
ВЫПУСКАЕМЫЙ СО ЗНАКОМ КАЧЕСТВА
АЛЮМИНИЕВЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ КОНДЕНСАТОР К50-7
РАБОТАЕТ ПРИ НАПРЯЖЕНИЯХ 50-450 в В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМ-
ПЕРАТУР ОТ -10 до + 85°С. ИМЕЕТ НОМИНАЛЬНЫЕ ЕМКОС-
ТИ 5-500 мкф.

ВЫПУСКАЕМАЯ СО ЗНАКОМ КАЧЕСТВА
МОНООКИСЬ КРЕМНИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В МИКРОПЛЕНОЧНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫ-
ТИЙ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК. ИМЕЕТ УДЕЛЬНОЕ СО-
ПРОТИВЛЕНИЕ 10^{12} ом·см.

МЕХАНОТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ



Электрoвакуумные лампы с подвижными электродами можно использовать в качестве датчиков ПЕРЕМЕЩЕНИЙ, УСИЛИЙ, ДАВЛЕНИЙ, УСКОРЕНИЙ, УГЛОВ ПОВОРОТА и т.п.



Механотронные преобразователи (механотроны) предназначены для преобразования механических величин в электрические и используются в качестве датчиков (преобразователей) при измерении перемещений, сил, давлений, ускорений и т.п. Характерной особенностью механотрона является наличие одного или нескольких подвижных электродов, соединенных с оболочкой лампы посредством упругого элемента (мембраны, сильфона, плоской пружины, торсионного подвеса и т.п.). При внешнем механическом воздействии происходит относительное перемещение электродов, что приводит к изменению величины и конфигурации электрического поля между электродами и в результате к изменению анодного тока лампы.

По назначению механотроны подразделяются на механотронные преобразователи перемещений, усилий, углов поворота, давлений и ускорений. Совокупность электродов механотрона образует его электродную (механотронную) систему (рис. 1), а упругий элемент вместе с подвижными электродами и другими подвижными деталями — его кинематическую систему. Часть оболочки механотронов, предназначенных главным образом для измерения перемещений и усилий, выполняется обычно в виде гибкой мембраны (рис. 1, а). Подвижный электрод имеет внешний механический вывод (штырь), который впаян или вварен в мембрану и посредством которого при внешнем механическом воздействии осуществляется перемещение подвижного электрода относительно неподвижного электрода — катода. В манотронах (механотронных преобразователях давлений) механический сигнал (давление) воспринимается непосредственно мембраной или сильфоном, с которым жестко связан подвижный электрод лампы (рис. 1, б). В механо-

тронных акселерометрах и виброметрах инерционная масса может быть непосредственно объединена с подвижным электродом (рис. 1, в), укрепленным внутри лампы на упругой опоре в виде плоской пружины. Гибких оболочек в этом случае не требуется. Подобные приборы называются механотронами с внутренним управлением. Помимо акселерометров и виброметров с внутренним управлением могут быть выполнены также некоторые преобразователи углов поворота.

По способу управления электронным током механотроны подразделяются на приборы с продольным, поперечным, зондовым, дифференциальным и лучевым управлением [1]. Наиболее перспективными следует считать механотроны с продольным и поперечным управлением электронным током [2]. При продольном управлении подвижный (обычно плоский) электрод перемещается относительно неподвижного электрода (катода) вдоль линий электрического поля межэлектродного промежутка, а

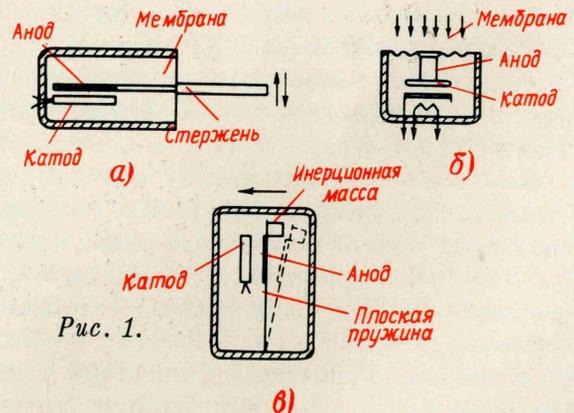


Рис. 1.

при поперечном управлении — поперек. К достоинствам диодных механотронов с плоскопараллельной системой электродов следует отнести простоту конструкции, высокую чувствительность к току, высокую стабильность и воспроизводимость показаний, высокую линейность выходной характеристики.

Электрическая схема включения диодного механотрона весьма проста. Высокая чувствительность по току позволяет измерять электрический сигнал механотроном непосредственно стрелочным электроизмерительным прибором. Предварительного усиления или преобразования сигнала датчика в этом случае обычно не требуется. Сравнительно низкоомный ($2-0,2 \text{ ком}$) выход схемы на основе диодного механотрона облегчает подключение ее к цепям автоматического регулирования. При этом чувствительные электромагнитные реле могут подключаться также непосредственно на выход измерительной схемы. Измерительные схемы с диодным механотроном позволяют использовать низкие питающие напряжения. Обычно максимальное напряжение анодного питания механотрона не превышает $20-25 \text{ в}$, а при необходимости может быть снижено до 10 в и менее. Напряжение накала $6,3 \text{ в}$.

Простота конструкции и схемы включения диодного механотрона позволяет осуществить на его основе простые, надежные в работе и дешевые высокоточные устройства. По данным Бюро взаимозаменяемости Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, высокоточные механотронные микрометры примерно в два-три раза дешевле индуктивных микрометров того же класса точности. Однако диодный механотрон продольного управления пока еще уступает индуктивным преобразователям в отношении срока службы и мощности, потребляемой самим датчиком. К недостаткам механотрона следует отнести также необходимость предварительного прогрева (в течение $10-30 \text{ мин}$), что обусловлено начальным дрейфом выходного напряжения измерительной системы.

КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРЫ МЕХАНОТРОНОВ

В механотронных преобразователях линейных перемещений и усилий (рис. 2) электронные системы выполняются в виде диодов продольного управления с плоскопараллельными электродами. Подогревный оксидный катод 1 обычно неподвижен. Подвижными элементами лампы являются один или два анода 2, жестко соединенные со стержнем кинематической системы с помощью изоляторов. Мембрана 3 механотрона соединяется со стеклянным баллоном посредством металлического фланца, который предохраняет ее от механических и тепловых повреждений при монтаже прибора. Крепление неподвижных электродов механотрона

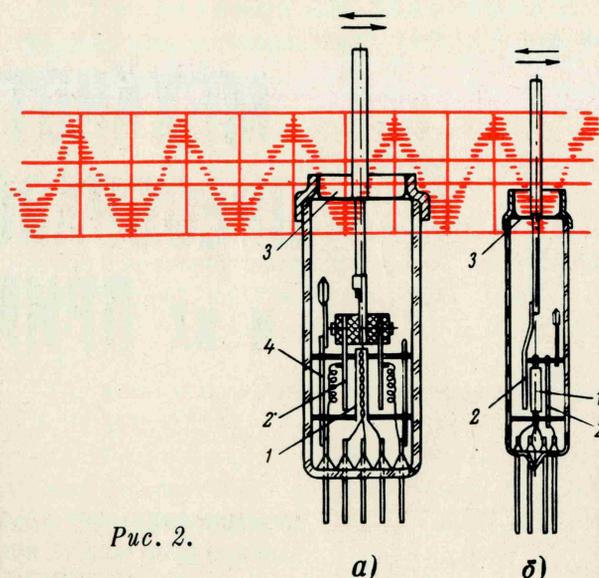


Рис. 2.

производится с помощью слюдяных дисков и металлических траверз 4. Механотроны снабжены стандартными распыляемыми газопоглотителями.

Разработаны два варианта конструкции двуханодных диодных механотронов перемещений и усилий. Симметричный сдвоенный диод с двумя подвижными анодами (рис. 2, а), обычно выполняемый в миниатюрном или малогабаритном оформлении, обладает наилучшей стабильностью и пригоден для особо точных длительных и непрерывных измерений. С целью снижения влияния флуктуаций неконтролируемых внутриламповых процессов и источников питания на выходной сигнал преобразователей диодные механотроны выполняются в виде сдвоенных (двуханодных) конструкций и включаются в мостовые измерительные схемы. При подаче механического сигнала на штырь механотрона один из его анодов приближается к катоду, а другой удаляется от него. При этом ток первого анода увеличивается, а второго — уменьшается. В результате измерения анодных токов в измерительной схеме возникает напряжение разбаланса моста, которое измеряется выходным отсчетным прибором схемы. Сдвоенный диод с одним подвижным анодом (расстояние между неподвижным анодом и катодом служит эталоном межэлектродного расстояния) обычно выполняется в сверхминиатюрном оформлении, более прост по конструкции (рис. 2, б), но имеет низкие стабильность и чувствительность по сравнению с механотронами первого типа. В настоящее время разработан ряд типов сдвоенных диодных механотронов (см. таблицу).

Проводится разработка триодных механотронов продольного управления, обладающих весьма высокой чувствительностью по напряжению (до $0,5-0,8 \text{ в/мм}$), высоким внутренним сопротивлением ($20-30 \text{ ком}$) и пригодных как для прецизионного контроля линейных размеров и усилий, так и для

Основные параметры механотронных преобразователей перемещений

Тип механотрона	Диапазон измеряемых перемещений, мм	Диапазон измеряемых сил, Г	Чувствительность по току к перемещениям, мка/мм	Чувствительность по току к силам, мка/Г	Внутреннее сопротивление одной половины механотрона, ком	Габариты, мм	Вес, г
6МХ1Б	0-140	± 1	≥ 20	≥ 2000	≤ 1,2	φ 10,6; длина без штыря 55	5
6МХ2Б	±100	± 2	≥ 40	≥ 500	≤ 1,2	φ 10,6; длина без штыря 50	6
6МХ1С	±100	± 10	≥ 30	≥ 200	≤ 1,2	φ 27,3; длина без штыря 75	35
6МХ3С	± 100	± 15	≥ 200	≥ 1000	≤ 0,5	φ 27,3; длина без штыря 75	30
6МХ4С	±500	± 30	≥ 10	≥ 100	≤ 2	φ 27,3; длина без штыря 75	30
6МХ5С	±1000	± 30	≥ 3	≥ 40	≤ 5	φ 27,3; длина без штыря 75	30

регистрации быстроизменяющихся механических процессов. Эти механотроны могут быть выполнены в виде двоянных двуханодных триодов с общим неподвижным катодом, неподвижной управляющей сеткой и с одним или двумя подвижными анодами. Схема включения триодных механотронов также мостовая, но обычно с дополнительным источником сеточного напряжения.

Механотронный преобразователь углов поворота (механотронный угломер) представляет собой двоянный диод (рис. 3), аноды которого укреплены на упругом подвесе 1 и могут перемещаться по отношению к катоду поперек линий электрического поля межэлектродного промежутка. Плоский подогревный катод 2 жестко соединен со стеклянным баллоном лампы 3. При отклонении баллона механотрона на заданный угол от вертикального положения его катод также отклоняется, а аноды

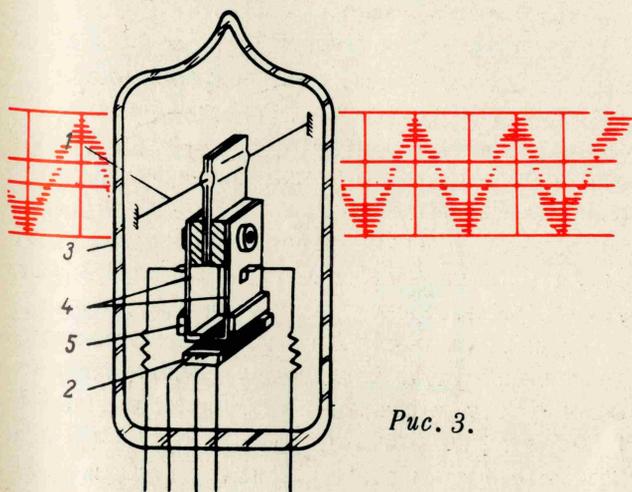


Рис. 3.

4 остаются в начальном положении благодаря действию силы тяжести, создаваемой специальными грузиками 5, укрепленными на анодах, и закручиванию упругого подвеса (торсиона). В результате этого в механотроне происходит смещение катода относительно анодов, что приводит к возникновению в мостовой схеме, подключенной к механотрону, разбаланса напряжений, измеряемого выходным отсчетным прибором, шкала которого тарируется непосредственно в угловых единицах.

Проведенные исследования показали возможность создания целой гаммы механотронных угломеров (на самые различные диапазоны измеряемых углов — от ±0,5 до ±60°), однотипных по конструкции, которые могут применяться в качестве датчиков углов поворота, кренометров, электронных уровней. В настоящее время созданы механотронные угломеры с практически линейной выходной характеристикой (диапазоны измеряемых углов ±5 и ±1° и чувствительность до 2 ма/град). Эти угломеры обеспечивают точность измерения углов поворота порядка 1%.

Одним из наиболее перспективных направлений разработки механотронов является создание высокочувствительных механотронных преобразователей давления (манотронов). Положение подвижного анода в манотроне зависит от перепада давлений по обе стороны от мембраны или сильфона. Поскольку давление внутри лампы весьма мало (~10⁻⁶ торр), то перемещение подвижного анода манотрона можно считать пропорциональным изменению измеряемого давления. Кроме преимуществ, общих для всех механотронов, механотронные датчики давления обладают еще одним ценным

Техническая характеристика микрометра

Диапазон измерений, <i>мкм</i>	0–20; 0–100
Минимальная цена деления, <i>мкм</i>	0,2
Точность измерения, <i>мкм</i>	
в диапазоне 0–20 <i>мкм</i>	0,5
в диапазоне 0–100 <i>мкм</i>	1
Измерительное усилие, <i>Г</i>	6–8
Питание от сети напряжением, <i>в</i>	220 ± 10%

На основе применения механотронных преобразователей перемещений были также разработаны и изготавливаются малогабаритные отсчетно-измерительные системы БВ–3040, БВ–3041 и БВ–3066 для контроля линейных размеров и сортировки деталей по группам допусков, обеспечивающие точность измерений до 0,1 *мкм*.

Для создания ряда приборов на основе механотронов разработана типовая измерительная схема (рис. 5) регистрирующего микрометра и динамометра, в качестве выходного отсчетного прибора которой был применен электронный самопишущий потенциометр типа ЭПП–09.

Регистрирующий механотронный микрометр применен в приборе для непрерывного контроля диаметра тонкой проволоки (НКД), в микродилатометре и в электронных термовесах. Прибор НКД (рис. 6) имеет следующие основные параметры: диаметр контролируемой проволоки 6 – 250 *мкм*, максимальная точность измерений 0,1 *мкм*, измерительное усилие (регулируемое) 6 – 50 *Г*; максимальная скорость движения проволоки 1 *м/мин*; скорость движения диаграммной бумаги самописца 0,4 – 9,6 *м/ч*. Проволока 1 проходит между двумя измерительными контактами 2; один из которых подвижен и связан со штырем механотрона 3.

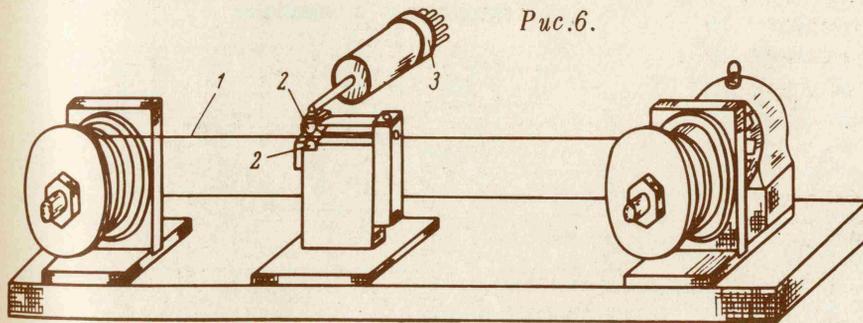


Рис. 6.

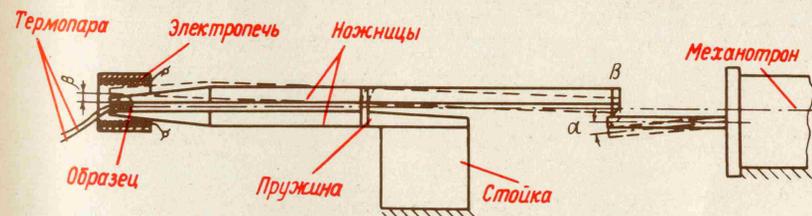


Рис. 7. Схема микродилатометра

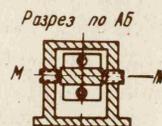
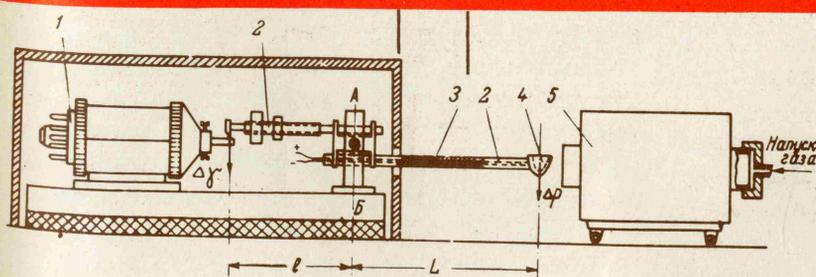


Рис. 8. Электронные термовесы:
1 – механотроны; 2 – коромысло;
3 – термопара; 4 – тигель;
5 – электродпечь

Для передачи линейного термического расширения образца на механотрон в разработанном микродилатометре использовано простое рычажное устройство – кварцевые ножницы, состоящие из двух кварцевых трубок специальной формы, которые соединены между собой в средней части эластичной плоской пружинкой (рис. 7). Между ними вставляется образец и слегка зажимается под действием пружины ножниц. При расширении образца верхняя (подвижная) пластина ножниц поворачивается на некоторый угол и передает возникающее перемещение на штырь механотрона.

Техническая характеристика микродилатометра

Размеры образца, <i>мм</i>	
диаметр (контролируемый размер)	1–0,3
длина	2–3
Минимальная цена деления отсчетно-регистрирующего прибора (ЭПП–09), <i>мкм</i>	0,025
Коэффициент увеличения	$1,1 \cdot 10^5$
Рабочий диапазон температур, °С	25–350

Помимо описанной конструкции следует отметить вакуумный дилатометр, отличающийся широким диапазоном рабочих температур и высокими измерительными свойствами [4].

В электронных термовесах (рис. 8), работающих по принципу двухплечего рычага, мембрана механотрона выполняет роль динамометрической пружины.

Техническая характеристика термовесов

Навеска исследуемого образца, г	8-10
Диапазон измерения, мг	0-50; 0-100; 0-200; 0-500
Минимальная цена деления, мг/дел	0,5
Максимальная температура печи, °С	1200

Чувствительность механотрона к силам можно существенно повысить, поместив его в вакуумную камеру. При этом происходит разгрузка мембраны механотрона от атмосферного давления и соответствующее уменьшение жесткости его кинематической системы. При разгрузке мембраны от атмосферного давления чувствительность механотрона к силам увеличивается примерно в четыре раза.

На рис. 9 схематически изображена конструкция устройства на основе механотрона для отработки режимов вакуумного напыления тонкопленочных покрытий и измерения их толщины методом взвешивания. Все устройство размещено в вакуумной камере. Исследуемое вещество из испарителя напыляется на коллектор, имеющий строго определенную величину рабочей поверхности и жестко соединенный со штырем механотрона, который установлен внутри камеры в специальном креплении. Коллектор представляет собой легкую алюминиевую площадку с размерами 45×45 мм.

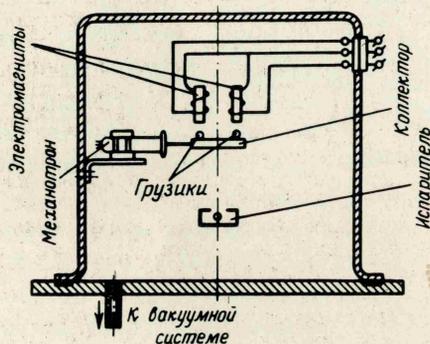


Рис. 9

С помощью механотронного динамометра фиксируется вес напыленной пленки. Минимальная толщина пленки, которую удается измерить этим методом, составляет 50 Å.

В описанном выше устройстве предусмотрено специальное приспособление для градуировки механотрона по усилию непосредственно в вакуумной камере.

Представляет практический интерес применение механотронного преобразователя перемещений для измерения давлений и разрежений в манометре [5], который состоит из мембранного датчика с механотроном и электрического блока, служащего для питания механотрона и измерения его сигнала. Работа манометра основана на обычном для дифференциальных двухбаллонных систем методе сравнения измеряемого давления в одном из баллонов с постоянным (или эталонным) давлением в другом баллоне. Разработанный манометр обеспечивает измерение давления в диапазонах 0,1-100 и 1-400 торр с точностью не менее ±5%.

Мембранные механотронные манометры, подобные описанному выше, в настоящее время применяются при приготовлении различных газовых смесей, в напускных системах масс-спектрометров, при анализе газоотделения электровакуумных материалов и т.п. Один из образцов разработанного манометра был применен в схеме вакуумного реле.

На основе механотронного преобразователя перемещений разработан dilatометрический термометр (рис. 10), предназначенный для измерения температуры пламени газовых горелок на автоматах для заварки стеклянных электровакуумных при-

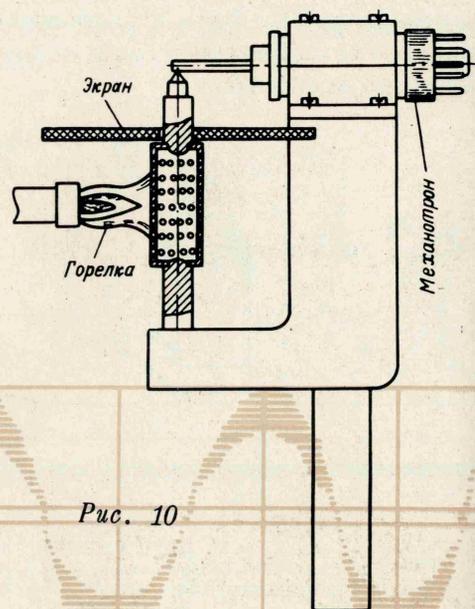


Рис. 10

боров. Термическое расширение цилиндра из жаропрочной стали, нагреваемого пламенем горелки, передается на штырь механотрона через шток и призму. Для снижения инерционности измерений цилиндр сделан тонкостенным и снабжен рядом сквозных отверстий. С целью снижения погрешности при измерении термического расширения цилиндра шток, опора и призма изготовлены из материала с малым коэффициентом термического расширения (например, из молибдена или инвара). От нагревания пламенем горелки механотрон эк-

ранируется специальным тепловым экраном. Термометр предварительно тарируется по эталонной термопаре, причем шкала выходного отсчетного прибора измерительной схемы выражается в градусах Цельсия.

Техническая характеристика термометра

Диапазон измеряемых температур, °С	20—1500
Точность измерения, %	± 5
Потребляемая мощность, Вт	15
Питание от сети напряжением, В	220

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончарский Л.А. Механически управляемая электронная лампа. М., Госэнергоиздат, 1957.

2. Берлин Г.С. Механотрон поперечного управления. Авт. свид. № 231007 от 11 июля 1966 г. "Бюлл. изобретений", 1969, № 35.

3. Берлин Г.С., Каплунов А.И., Нестеров В.М., Сучков А.И. Сейсмический механотронный датчик. Авт. свид. № 197198 от 21 июня 1966 г. "Болл. изобретений", 1967, № 12.

4. Ермилов Н.К., Егоров Б.Н., Неймарк В.М., Отченашенко И.М. Дифференциальный микродилатометр. Авт. свид. № 158117 от 9 августа 1963 г. "Бюлл. изобретений", 1963, № 20.

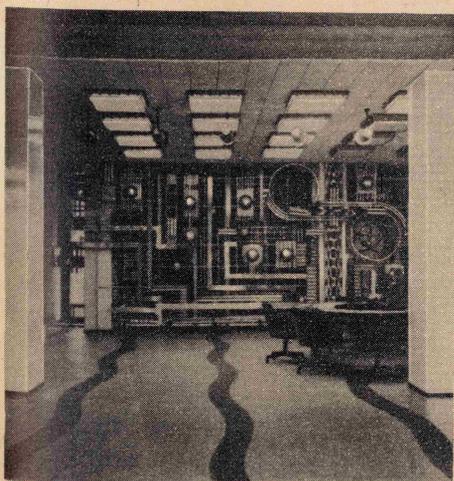
5. Берлин Г.С. Мембранный вакуумметр на основе механотрона. "Электровакуумная техника", 1962, № 31.

ПРИМЕЧАНИЕ. Механотронные датчики перемещений нашли широкое применение в измерительных головках многопозиционных автоматов размерного контроля деталей типа тел вращения. Высокая чувствительность, возможность дистанционного измерения, стабильность показаний, малое измерительное усилие, взаимозаменяемость выгодно отличают механотронные датчики от других типов датчиков с аналогичными метрологическими характеристиками. Известно также применение механотронов в медицине, гидродинамике, строительном деле, а также в приборах, используемых при профессионально-техническом отборе рабочих, выполняющих особо точные работы.

Статья поступила 25 января 1970 г.

УДК 621.385.85

МАГАЗИН-САЛОН «ЭЛЕКТРОНИКА»



В Ленинграде открылся первый в стране экспериментальный фирменный магазин-салон «Электроника».

В торговом зале магазина, занимающем около 1000 кв.м, вниманию покупателей предлагается широкий ассортимент изделий электронной техники (кинескопы, радиолампы, полупроводниковые диоды, транзисторы и т.д.), радиокомпонентов и радиодеталей (резисторы, конденсаторы, трансформаторы, отклоняющие системы, ламповые панели и т.д.). В отделе товаров широкого потребления можно приобрести наборы элементов для изготовления любительских портативных радиоприемников и других устройств. Здесь же можно купить различные сувениры.

В магазине организован отдел по обслуживанию мелкооптовых потребителей северо-западных районов страны изделиями электронной техники. Такая форма обеспечения потребителей, независимо от их ведомственной принадлежности, безусловно, себя оправдывает, так как освобождает предприятия отрасли от выполнения заказов на мелкие поставки.

В целях популяризации изделий электронной техники и широкой пропаганды новейших достижений электроники для посетителей магазина организуется постоянно действующая выставка, планируется проведение лекций, бесед, очных и заочных консультаций.

Несомненный интерес вызовет у посетителей художественное оформление магазина, основным элементом которого является свето-музыкальное панно. Перед его создателями стояла задача средствами изобразительного искусства и электроники показать достижения электронной техники.

*Приглашаем вас посетить
ленинградский магазин-салон «Электроника».
Современные интерьеры и формы торговли оставят
у вас приятное впечатление.*

Состоявшийся в июле 1970 г. Пленум ЦК КПСС наметил широкую программу важнейших мероприятий по дальнейшему развитию сельского хозяйства. В современных условиях техническое переоснащение сельскохозяйственного производства является решающим фактором в осуществлении взятого партией курса на значительное увеличение производства продуктов земледелия и животноводства. Поэтому в Постановлении ЦК КПСС "Очередные задачи партии в области сельского хозяйства" большое внимание в поднятии сельского хозяйства на новую ступень уделено промышленным министерствам.

Одобрив инициативу Министерства авиационной промышленности, Министерства машиностроения, Министерства судостроительной промышленности, Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения, Министерства оборонной промышленности, Министерства нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности и предприятий других министерств по организации и увеличению производства машин, оборудования, запасных частей и других материально-технических средств для сельского хозяйства за счет лучшего использования мощностей, Пленум постановил: *"Поручить Госплану СССР и промышленным министерствам, директорам и партийным организациям заводов использовать имеющиеся на предприятиях возможности для увеличения выпуска по кооперации сельскохозяйственных машин, агрегатов, узлов и запасных частей. Министерствам и ведомствам, научно-исследовательским институтам и конструкторским бюро принять меры к выпуску более совершенной сельскохозяйственной техники, необходимой для осуществления комплексной механизации. Значительно повысить качество, надежность и долговечность машин и механизмов"*.

В свете этого Постановления промышленные министерства должны сегодня же мобилизовать все свои резервы для дальнейшей механизации работ в полеводстве, автоматизации систем мелиорации, механизации и автоматизации трудоемких процессов в животноводстве и птицеводстве, в производстве и переработке продукции сельского хозяйства.

Пленум отмечает необходимость вести решительную борьбу с бесхозяйственностью и расточительностью. А это значит, что надо организо-

вать сбор, хранение и переработку продукции сельского хозяйства без потерь и высокого качества. Выпуск надежных, простых в обращении и удобных в эксплуатации приборов для измерения влажности, температуры, щелочности и кислотности, прозрачности различных сред и других необходимых контрольных приборов будет во многом способствовать решению поставленных задач.

Предприятия Министерства электронной промышленности оказывают значительную помощь сельскому хозяйству. До сих пор эта помощь заключалась в поставке предприятиям других министерств, занимающихся производством машин, приборов и оборудования для сельского хозяйства, изделий электронной техники для комплектации, в изготовлении некоторых видов запасных частей к сельскохозяйственным машинам и оказании шефской помощи предприятиям колхозам и совхозам в строительстве помещений для нужд животноводства, птицеводства и хранения продукции полеводства и овощеводства, в отправке бригад на помощь труженикам сельского хозяйства при сборе урожая. Между тем в настоящее время электронная промышленность имеет все возможности для того, чтобы приступить к выпуску электронных приборов для использования в сельском хозяйстве.

Министром электронной промышленности СССР А.И. Шокиным поставлена задача перед руководителями промышленности и коммунистами: "ни один завод, ни один институт не должен остаться в стороне от работ по укреплению материально-технической базы сельского хозяйства. Необходимо изыскивать внутренние резервы, не ослабляя выпуска основной продукции". Для реализации этой задачи нужно, чтобы предприятия электронной промышленности установили живую связь с научно-исследовательскими организациями министерств, непосредственной целью которых является повышение эффективности сельского хозяйства, и совместно определили наиболее актуальные проблемы, которые могут быть решены на основе использования достижений электроники. Однако при этом всегда следует исходить из экономической целесообразности внедрения того или другого новшества в сельское хозяйство, учитывая относительно высокую стоимость электронных приборов.

Что же может дать электроника сельскому хозяйству?

Связь. Еще до Великой Отечественной войны в СССР были проведены первые опыты по применению радиосвязи в сельском хозяйстве. Важность осуществления оперативной связи между полевыми станами и центром управления, между сельскими населенными пунктами (колхозами и совхозами) и районным центром, между районными центрами и городами в условиях сельской местности очевидна. Разработка многоканальных УКВ линий связи для этих целей является единственно правильным решением. К реализации этого решения уже приступили отдельные предприятия электронной промышленности.

Применение СВЧ. Возможности рационального применения СВЧ в сельском хозяйстве и для целей переработки его продукции могут быть весьма разнообразными. Положительные результаты дали опыты по применению СВЧ поля для дезинсекции [1] зерна с целью борьбы с амбарным клещом и долгоносиком. Возможно применение СВЧ для сушки зерна, сена, шелковых коконов, фруктов, овощей, грибов, чайного листа, табака и других продуктов сельского хозяйства [2-7]. Особенно хорошие результаты дает при сушке фруктов, овощей, грибов комбинированное применение [2] обогрева теплым воздухом (или инфракрасными излучателями) с СВЧ нагревом.

Преимуществами СВЧ сушки по сравнению с обычной являются более равномерное высушивание продуктов сушки, лучшее сохранение витаминов, различных ценных эфирных масел, ускорение процесса сушки [8]. Относительно высокая стоимость оборудования и электроэнергии вряд ли может тормозить внедрение СВЧ в сельское хозяйство, если учесть постоянный рост количества получаемой дешевой электроэнергии от мощных гидроэлектростанций и неизбежность снижения стоимости оборудования в случае его массового производства.

Немаловажное значение может иметь в ряде районов страны использование СВЧ для яровизации посевного материала и стимулирования его всхожести. Так, применение для этой цели СВЧ источников теплового нагрева, ультразвуковых колебаний, радиоактивных источников и других стимуляторов денатурации белков посевного материала [1-11] может оказать существенное влияние на повышение урожайности злаковых культур. СВЧ может найти применение и для пастеризации продуктов сельского хозяйства.

Предприятия электронной промышленности уже включились в работу по изысканию рациональных областей использования СВЧ в сельском хозяйстве и, надо надеяться, успешно решат многие из этих задач.

Автоматизация и механизация трудоемких процессов. Использование электронных приборов делает возможным создание различных автоматичес-

ких устройств, обеспечивающих контроль и регулирование хода технологических процессов в сельском хозяйстве. На сегодня весьма актуальной задачей является разработка оборудования для автоматического регулирования температуры, светового режима, влажности, содержания углекислоты в воздухе, в теплицах, инкубаторах, парниках и различных животноводческих и полевых помещениях.

Сельскому хозяйству нужны автоматические устройства для контроля за основными параметрами доильных установок, для дозирования кормов и для автоматического управления транспортировкой и раздачей кормов на животноводческих фермах, автоматические поточные линии по приему, очистке, просмотру, сортировке, счету и упаковке яиц в тару на птицефермах. Полезным устройством для охраны стада животных может оказаться портативный импульсный генератор — "электронный пастух", отпугивающий животных от проволочных ограждений.

Приборы для ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин. Ремонтные мастерские колхозов и совхозов нуждаются в таких электронных приборах, как приборы для определения скорости коррозии, происходящей под лакокрасочными покрытиями; приборы для обнаружения расположения неисправности в двигателях тракторов по стуку и шуму; высокочастотные генераторы для плавки металлов и сплавов и для закалки инструмента и деталей; приборы для контроля качества воды и топлива (РН-метры, солемеры) для двигателей; осциллографическая испытательная установка с набором датчиков для безразборной оценки технического состояния двигателей внутреннего сгорания и другие.

Приборы для измерения неэлектрических величин. Радиоэлектронные схемы открывают широчайшие возможности для создания приборов, предназначенных для измерения неэлектрических величин [12].

Следует продолжить ведущиеся разработки влагомеров для сельского хозяйства [13-16]. Наличие хороших влагомеров (для измерения влажности зерна и муки в мешках, для измерения влажности воздуха, почвы и грунтов) в хатах-лабораториях, на приемных пунктах заготзерна [17] поможет предотвратить гибель зерна в хранилищах. Полезно было бы создать портативный и универсальный прибор, позволяющий агроному измерять температуру и влажность почвы, воздуха, зерна, муки в мешках или бунтах [18].

Сельское хозяйство нуждается в портативных измерителях щелочности и кислотности электролитов (РН-метрах), автоматических счетчиках числа семян в навеске, измерителях площади листа, кож

любой конфигурации и формы как в полевых, так и в лабораторных условиях, измерителях процентного содержания белка и жира в молоке, измерителях прозрачности и цветности электролитов (электрофотокориметрах) [19], приборах для сигнализации о роении пчел [20], электрофотофлуороскопах и флуорометрах [19, 21], позволяющих по цвету флуоресценции в ультрафиолетовых лучах различных продуктов сельского хозяйства делать заключение об их качестве.

Мелiorация и энергетика. В этой области особого внимания заслуживают задачи, связанные с автоматизацией управления, телеизмерением и телеуправлением режимами работы отдельных агрегатов. К таким задачам относятся, например, контроль и измерение скорости течения воды в каналах, уровня воды в водоемах, ее температуры, автоматическое или дистанционное управление работой колхозных гидроэлектростанций и паросиловых установок и т.д.

Ветеринария. Электронная аппаратура в ветеринарии используется для диагностики и лечения заболеваний животных. В ветеринарных лечебницах уже давно нашли применение аппараты, аналогичные физиотерапевтическим установкам, применяемым для лечения людей, но только приспособленные к габаритам животных: длинноволновое, коротковолновое и ультракоротковолновое диатермическое оборудование, аппаратура для дарсонвализации, для резания тканей и прижигания ран токами высокой частоты, источники света типа "солюкс", аргоно-ртутно-кварцевые лампы ультрафиолетовых лучей для облучения животных и другие. Ветеринария заинтересована в дальнейшем совершенствовании этих аппаратов и их выпуске в необходимых количествах.

Более глубокое изучение проблем сельского хозяйства специалистами электронной промышленности и решение их на основе использования средств электронной техники послужит делу дальнейшего повышения культуры сельскохозяйственного производства и будет способствовать подъему экономики деревни на новую, более высокую ступень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение УКВ для дезинсекции и технического воздействия на пшеницу. Под ред. Кауфмана П.С. Госторгиздат, 1937.
2. Мазин А.Н., Нетушил А.В., Парини Е.П. Высокочастотный нагрев диэлектриков и полупроводников. Госэнергоиздат. 1950.

3. Лыков А.В. Теория сушки. Госэнергоиздат, 1950.

4. Гержай А.П., Самочетов В.М. Зерносушение. Заготиздат, 1951.

5. Киппер Н.В. Семенные качества пшеницы после сушки зерна токами высокой частоты. Доклады Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И.Ленина, 1952, вып. 3.

6. Демидов И.Г. Исследование процессов ВЧ нагрева продуктов сельского хозяйства применительно к задачам сушки. Автореферат диссертации. Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1952.

7. Лурье М.Ю. Сушильное дело. Госэнергоиздат, 1948.

8. Чумаченко В.А. Сушка фруктов и овощей в электрическом поле высокой частоты при обычных условиях и под вакуумом. Автореферат диссертации, ВНИИ электрификации сельского хозяйства, 1953.

9. Глибин В.Ф. Обеззараживание воды токами высокой частоты. "Гигиена и санитария", 1952, № 11, стр. 41-42.

10. "Правда", 1953, 23 октября.

11. Ленарский И.И. О скорости тепловой денатурации белков зерна. "Биохимия зерна", 1951, вып. 1, АН СССР.

12. Электронные приборы для измерения неэлектрических величин. Под общ. ред. Смирнова А.Д. Изд-во "Энергия", 1964.

13. Берлинер М.А. Исследование электрических методов измерения влажности зерна. Автореферат диссертации, 1948.

14. Берлинер М.А. Электрические приборы для измерения влажности зерна, Заготиздат, 1949.

15. Влагомер ВЭБ типа 1-120. Министерство сельскохозяйственного машиностроения СССР, 1949.

16. Рахманов Л.А. Исследование электрических схем и приборов, применяемых для контроля влажности материалов. Автореферат диссертации, 1952.

17. Воронцов О.С. Приемная лаборатория на пункте Заготзерно, 1952.

18. Смирнов А.Д. Радиолюбители народному хозяйству. Изд-во "Энергия", 1970.

19. Мавроди В.Г. Электронные приборы в сельском хозяйстве (приборы для колориметрического и люминесцентного анализа). "Радио", 1954, № 7, стр. 49-52.

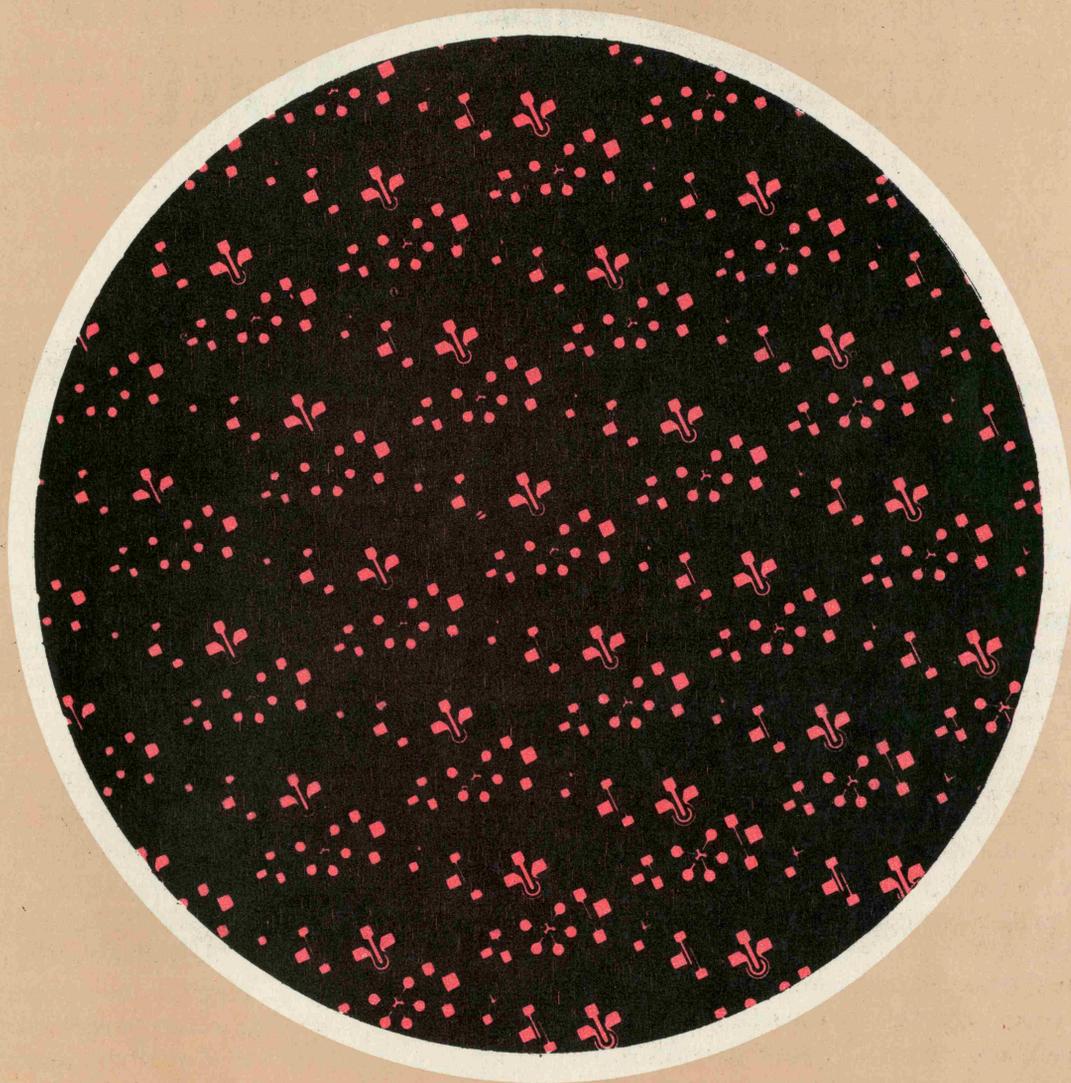
20. Глызин И.В. Транзисторный сигнализатор роения пчел. "Радио", 1966, № 4, стр. 55-56.

21. Гиренко В.Н., Голанд М.И. Люминесцентный анализ картофеля, овощей, плодов и других товаров. Госэнергоиздат, 1954.

Статья поступила 25 августа 1970 г.

621.38:63

МЕЖНОЛОЗЦЯ



ТОПОЛОГИЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ФОТОШАБЛОНА
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЦЕВОЙ МОП-СТРУКТУРЫ

ПРИМЕНЕНИЕ ОСТРОСФОКУСИРОВАННЫХ ИОННЫХ ЛУЧЕЙ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

С помощью ионных лучей можно производить целый ряд технологических операций: резку, сверление, фрезерование, травление, напыление пленок (распылением мишени или непосредственным осаждением ионов), экспонирование фоторезиста и легирование полупроводников методом ионного внедрения примесей (имплантацию). Поверхность детали обрабатывается при этом либо широким лучом с применением масок (металлических, окисных, фоторезистивных) либо остросфокусированным лучом, перемещающимся по заданной программе без применения масок. Стремление использовать управляемые ионные лучи малых диаметров обусловлено еще и тем, что методы управления лучом хорошо разработаны и успешно применяются в электроннолучевой технике. Это побуждает технологов высказывать чрезмерно оптимистические взгляды на возможность "рисования" микросхем с помощью ионного луча и ставить соответствующие требования перед разработчиками оборудования. Однако расчеты и эксперименты показывают, что возможности остросфокусированных ионных лучей весьма ограничены малыми токами луча и некоторыми другими особенностями [1-9].

Основная особенность ионных пучков — значительно большая по сравнению с электронными пучками плотность объемного заряда в пучке (при равных плотностях тока и ускоряющих напряжениях). Объемный заряд в ионном пучке

в $\sqrt{\frac{M}{m}}$ раз (M и m соответственно массы ионов и электронов) больше, чем в электронном (почти

в 300 раз для пучка ионов аргона). Это приводит к сильному расширению ионных пучков под действием сил собственного пространственного заряда. Так, на расстоянии 50–100 мм от экстрактора ионный пучок имеет угол расходимости около 15° , в то время как для соответствующего электронного пучка этот угол не превышает $0,5^\circ$. Такая большая расходимость обуславливает малую интенсивность сфокусированных пучков из-за необходимого диафрагмирования на входе фокусирующей системы.

Размер ионного пучка определяется также коэффициентом уменьшения линзы и абберациями линзы, которые вызывают расширение изображения. В тщательно спроектированной системе можно учитывать только сферическую абберацию, которая дает увеличение диаметра луча

$$d_{\text{сф}} = \frac{1}{2} C_{\text{сф}} \alpha^3,$$

где $C_{\text{сф}}$ — коэффициент сферической абберации;
 α — половина угла раствора луча на стороне изображения.

Для получения малых размеров ионных лучей нужно стремиться к уменьшению угла α , что достигается диафрагмированием. Однако сильное диафрагмирование приводит к резкому снижению тока луча. Существует оптимальная величина уг-

ла $\alpha_{\text{опт}}$, при которой ток при заданном диаметре луча максимален [5]:

$$I_{\text{макс}} = \frac{9\pi^2 d^{3/2}}{64(2C_{\text{сф}})^{3/2}} K_{\text{макс}} \quad \text{при } \alpha_{\text{опт}} = \left(\frac{1}{2} \frac{d}{C_{\text{сф}}}\right)^{1/3},$$

где $K_{\text{макс}}$ — максимально возможная яркость ионного источника.

Экспериментальные результаты [3] и формула, приведенная в работе [4], позволяют приблизительно рассчитать яркость ионного источника

$$K_{\text{макс}} = 0,05 \frac{1}{r_{0,5}^2 \cdot \alpha_{0,5}^2},$$

где $r_{0,5}$ и $\alpha_{0,5}$ — соответственно радиус поперечного сечения и половина угла раствора луча на уровне 0,5 плотности тока (предполагается, что плотность тока описывается функцией Гаусса). Полагая $r_{0,5}$ равным 0,3 мм, получим

$$K_{\text{макс}} = 50 \text{ а/см}^2 \cdot \text{стер.}$$

Отсюда следует, что ионные источники имеют значительно меньшую яркость, чем электронные пушки, у которых эта величина достигает нескольких сотен тысяч.

Зная величину $K_{\text{макс}}$, можно рассчитать максимальный ток для ионных лучей различных диаметров (при $C_{\text{сф}} = 100 \text{ см}$):

	$I_{\text{макс}}, \text{ а}$
При диаметре 1 мкм	$4,3 \cdot 10^{-11}$
" " 5 мкм	$3,2 \cdot 10^{-9}$
" " 10 мкм	$2 \cdot 10^{-8}$
" " 50 мкм	$15 \cdot 10^{-7}$
" " 100 мкм	$9 \cdot 10^{-6}$
" " 500 мкм	$7 \cdot 10^{-4}$

Результаты расчетов близки к экспериментальным данным [1], где при токе 200 мкА диаметр луча составляет 200 мкм. При полученных токах и ускоряющих напряжениях 50 кВ и выше влияние пространственного заряда непосредственно в луче ничтожно, что подтверждено расчетами по методике, изложенной в работе [5]. Влияние пространственного заряда сказывается при токах, приблизительно на два порядка больших, чем приведенные выше. Таким образом, ограничение тока ионных лучей определяется яркостью источника ионов и сферической абберацией. Однако в работе [6] указывается на возможность повышения плотности тока для ионного источника с полым катодом до 100 а/см^2 . Но вряд ли за счет этого можно достигнуть увеличения тока луча более чем на порядок.

Для уменьшения диаметра ионного луча, расширяющегося вследствие влияния пространственного заряда при малой его энергии, линза должна

быть короткофокусной, а луч должен иметь большой угол раствора. Малый рабочий отрезок короткофокусной линзы осложняет развертку луча по заданному рисунку, так как отклонение луча сопровождается сильными искажениями. Кроме того, хорошая фокусировка может быть произведена лишь при осаждении пленок на проводящую подложку, заряд с которой стекает. Осаждение пленок сфокусированным ионным лучом принципиально возможно, однако при малых энергиях ионов влияние пространственного заряда настолько велико, что хорошая фокусировка может быть получена только при нейтрализации заряда электронами. Поэтому использование этого процесса в производстве экономически нецелесообразно.

Установлено, что резистивные пленки, полученные осаждением ионов на подложки, обладают лучшими характеристиками (хорошей адгезией и более низким температурным коэффициентом сопротивления), чем полученные другими методами. Осаждение возможно только при малых энергиях ионов (менее 500 эВ). При энергиях более 500 эВ процесс распыления преобладает над осаждением. Пленки хрома были получены при энергии ионов 230 эВ, при этом на подложке оставалось 25% падающих на нее ионов [6].

С помощью луча ионов аргона выполнены также и другие виды обработки материалов [1]:

— сверление отверстий в пленке серебра толщиной 1000 А при токе луча 100 мкА и ускоряющем напряжении 20 кВ;

— сверление отверстий диаметром 200 мкм в железной пластинке толщиной 30 мкм при токе луча 200 мкА и ускоряющем напряжении 30 кВ. Размер отверстия соответствовал размеру луча;

— сверление отверстий диаметром 20 мкм в фольге из никеля толщиной 10 мкм. Отверстие создавалось центральной частью луча (т.е. диаметр луча больше диаметра отверстия);

— резка слюды.

Положительными факторами ионной обработки является четкость контура вследствие небольшого по сравнению с электронами рассеяния ионов в толще материала и возможность проведения нетермических процессов (распыление, а не испарение). Но диаметры лучей при требуемых уровнях мощности получаются настолько большими, что это существенно ограничивает применение ионной обработки в микроэлектронике.

При обработке ионным лучом фоторезиста установлено, что доза облучения соответствует дозе облучения для электронного луча [7]. С помощью ионного луча можно улучшить разрешающую способность, так как ионы претерпевают значительно меньшее рассеяние в толще фоторезиста, вследствие чего область экспонирования определяется только размерами луча. Экспонирование фоторезиста ионным лучом может применяться в производстве больших интегральных схем, так

как при этом требуются ионные лучи малой интенсивности.

В настоящее время хорошо разработан и уже применяется для промышленного изготовления полупроводниковых приборов метод ионного легирования [8]. Используется, однако, пока только широкий луч, и облучение производится через маску. Применение сфокусированного ионного луча, перемещаемого по заданной программе, весьма перспективно, поскольку избавляет от необходимости применять маски. Но расчеты показывают, что ионное внедрение с помощью остросфокусированного луча имеет низкую производительность при введении примесей с высокой концентрацией. Для получения диодов требуется доза облучения 10^{15} ион/см² [9]. При диаметре ионного луча 10 мкм ток луча в соответствии с приведенным расчетом будет порядка 10^{-8} а, что соответствует $6,25 \cdot 10^{10}$ ион/сек. Тогда время облучения площади 1 см² составит почти 5 ч.

Принципиальной особенностью ионных лучей с диаметрами, соответствующими требованиям микроэлектроники, является малая величина токов луча и низкая производительность для многих технологических операций, но несмотря на это возможно применение ионных лучей в различных областях микроэлектроники, например для экспонирования фоторезиста и ионного внедрения при малых концентрациях примесей и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. K a n a y a K. et al. "Optik" 1964, Bd.1, N 8, S.399.
2. C a s t a i n g R. "Advances in Electronics and Electron Physics", 1960, v.XIII, p.317.
3. S e p t i e r A. et al. "Nucl.Instr. and Meth.", 1965, v.38, p.41.
4. О л ь ш а н с к и й Н.А. Электронно- и ионнолучевая технология. М., "Металлургия", 1968.
5. А л ь м о в с к и й И.В. Электронные пучки и электронные пушки. М., "Сов.радио", 1966.
6. P r o b y n B.A. "Brit.J.Appl.Phys" (D), Ser.2, 1968, v.1, p.457.
7. K a n a y a K. et al. "Brit.J.Appl.Phys" (D), Ser.2, 1968, v.1, p.1657.
8. S t e p h e n J. "Electronics Weekly", 1968, Nov.20, p.7.
9. Y i n g R.C. et al. "IEEE J.Solid State Circuits", 1968, sc-3, N 3, p.225.

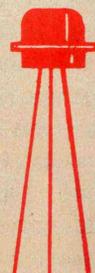
Статья поступила 20 ноября 1969 г.

У ДК 621.382.8.002.2:537.533

2 экз. [подпись]

	КП302А	КП302Б	КП303	НОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ
Обратный ток затвора $I_{з,обр}$, ма	$\leq 10^{-5}$	$\leq 10^{-5}$	$\leq 10^{-6}$	<p>ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ</p> <p>кремниевые с n-каналом</p>
Напряжение отсечки тока стока $U_{з,и.отс}$, в....	≤ 5	≤ 7	≤ 8	
Ток стока в режиме насыщения $I_{с,и.нас}$, ма	3-24	18-43	0,5-15	
Входная емкость $C_{вх}$, пф	≤ 20	≤ 20	< 6	
Проходная емкость $C_{пр}$, пф	≤ 8	< 8	2	

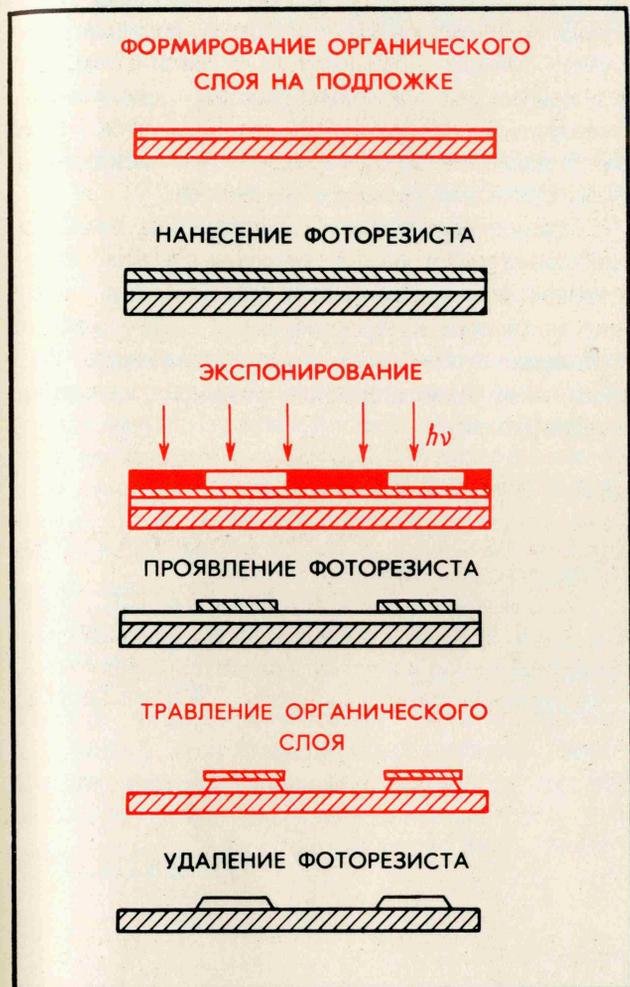
	КП350А
Обратный ток затвора $I_{з,обр}$, ма	$\leq 10^{-6}$
Статическая крутизна характеристики $g_{ст}$, мсек	> 8
Ток стока $I_{ст}$, ма	20
Входная емкость $C_{вх}$, пф	3-5
Коэффициент шума NF при $f > 250$ Мгц	3-6



ЗАЩИТНЫЕ РЕЛЬЕФНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ПОЛИИМИДОВ ОБЛАДАЮТ ВЫСОКИМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ И ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ И ТЕРМОСТОЙКИ

В.П.ЛАВРИЩЕВ, Ю.С.БОКОВ, Н.Г.ХИТРИКОВА,
Г.И.СМИРНОВА, А.В.СУРИНА, В.М.БЕЛЯКОВ

ФОТОЛИТОГРАФИЯ на органических пленках



Среди полимеров, нашедших применение в электротехнической и электронной промышленности, видное место занимают полиимиды. Они выгодно отличаются от других термопластов и терморезистивных материалов высокими механическими и электроизоляционными свойствами и радиационной стойкостью в области температур от -200 до $+400^{\circ}\text{C}$ [1].

Сочетание высоких физико-механических и электроизоляционных свойств полиимидов с термостойкостью определило использование их для получения рельефных защитных покрытий. В работе использован полипиромеллитимидный лак ПАК-1, представляющий собой раствор полиамидокислоты в диметилформамиде с концентрацией 12%. Основная схема технологического про-

цесса получения рисунка на органическом слое представлена выше. В качестве подложек использовался ситалл с напыленными слоями $\text{Cr}-\text{Au}$ или $\text{Ti}-\text{Al}$. Формирование полиимидной пленки производилось на центрифуге. Толщина пленок во всех случаях составляла $2-2,5$ мкм.

К фоторезистам предъявлялись следующие требования:

- органические растворители, входящие в фоторезист, не должны растворять полиимидный слой;
- травители для полиимидной пленки не должны разрушать пленку фоторезиста;
- фоторезист должен обеспечивать четкое воспроизведение конфигурации элементов защитного покрытия с необходимой разрешающей способностью.

Выбраны позитивный фоторезист ФП-383 и негативный фоторезист ФН-103.

В связи с тем, что на первой стадии образования покрытия (до термообработки) полиимид еще продолжает растворяться, при разработке общей технологии фотолитографического процесса исследовались два варианта.



После формирования пленки полиимида и удаления остатков растворителя при 100°C в течение $10-15$ мин

на поверхность полимера наносился фоторезист, производилась фотопечать, и затем с пробельных участков удалялся полиимид при обработке растворителем. В качестве растворителя полиимида вначале использовали диметилформамид, а в качестве фоторезиста — состав ФН-103. Однако оказалось, что процесс травления полиимидной пленки диметилформамидом практически не поддается контролю: происходит большое подтравливание элементов, что приводит к образованию структур с нечеткими неравномерными и размытыми краями.

Установлено, что при использовании фоторезиста ФП-383 (или ФП-354) и при его проявлении в 2%-ном растворе тринатрийфосфата одновременно происходит удаление полиимидного покрытия с облученных участков. Это, вероятно, объясняется взаимодействием тринатрийфосфата и поли-

имидокислоты с образованием соответствующей натриевой соли, растворимой в воде с одновременным травлением. При проявлении образуются элементы защитного покрытия с четкими равномерными краями и с воспроизводимой геометрией.



После формирования полиимидного слоя производится его полная термообработка, и только затем наносится фоторезист и производится травление органического покрытия гидразином. Качество образующихся элементов и изображения высокое. Использовали фоторезист ФН-103, так как фоторезист ФП-383 разрушается гидразином.

Оба варианта фотолитографического процесса технологичны. Основным критерием, по которому оценивались оба варианта технологии, был профиль элементов органического слоя, полученный после травления. Для оценки геометрии и конфигурации элементов в работе был использован описанный ранее профилографический метод [2].

Характерной особенностью профилей элементов, полученных по первому варианту технологии, является наличие утолщений по краям элементов (см. таблицу). Эти "закраины" образуются в процессе проявления и увеличиваются по мере повышения температуры термообработки, особенно в интервале температур 180–250°, т.е. в тот период, когда в пленке интенсивно протекают процессы конденсации и циклизации.

Изменение геометрических размеров элементов в процессе термообработки (первый вариант)

Температура обработки, °С	Время обработки, мин	Толщина слоя h , мкм	Высота закраины h_3 , мкм	$h_3/h_{100\%}$	Процент усадки
20	90	3,6	0,15	4,1	25
100	15	3,6	0,15	4,1	25
150	15	3,6	0,2	5,5	25
180	15	2,9	0,6	20,6	25
240	40	2,7	0,6	22,2	25

Образование закраин на торцах элементов можно, вероятно, объяснить тем, что процесс травления полиимида раствором тринатрийфосфата протекает с одновременным отслаиванием краев

пленки за счет уменьшения ее адгезии с подложкой. Последующая термообработка покрытия и конденсационные процессы приводят к значительному искажению геометрии элементов за счет усадки (25%). В результате того, что основная поверхность элемента имеет достаточно высокое сцепление с подложкой, силы сжатия, возникающие в покрытии при нагревании, действуют в основном на края элементов и вызывают коробление.

Термообработка покрытия, проведенная до процесса формирования элементов, позволяет получать элементы без закраин. В связи с тем, что в покрытии уже закончены реакции циклизации, дополнительная термообработка элементов (при необходимости) не будет вызывать искажения геометрических размеров элементов.

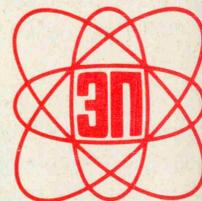
Приведенные выше технологические аспекты фотолитографии на органических пленках, естественно, не ограничиваются примером для полипиромеллитимида. Практически для любого органического покрытия можно разработать оптимальные технологические режимы создания конфигурации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власова К.Н., Чернова А.Г. и др. "Пластмасса", 1968, № 5, стр.15.
2. Смирнова Г.И., Боков Ю.С., Лаврищев В.П., Беляков В.М. Профилографический метод контроля элементов микросхем. "Электронная промышленность", 1970, вып.2, стр.30.

Статья поступила 3 декабря 1969 г.

УДК 539.216.23:776



Х.ШМИДТ, Д.ШЕЛЛЕР, Ю.ДУБНАК

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КРЕМНИЯ

Методом радиоактивных индикаторов исследована адсорбция ионов калия поверхностью кремния в процессе травления.

В области исследования пассивации поверхности полупроводников окисью кремния особое внимание уделяется изучению влияния примесей, особенно ионов щелочных металлов, адсорбированных поверхностью полупроводника. Электрические измерения на МОП-структурах показали, что в окисном слое находится большое количество подвижных носителей заряда [1, 2], вызывающих нестабильность его электрических параметров [3]. Эти носители вызывают колебания значений поверхностного потенциала и скорости поверхностной рекомбинации [4] и, следовательно, нестабильность параметров полупроводниковых приборов. Природа этих подвижных носителей заряда до сих пор не совсем выяснена; предполагается, что ими являются ионы щелочных металлов [5-7]. Нейт-

ронно-активационный анализ показал, что содержание ионов натрия в SiO_2 достигает 10^{14} см^{-3} [8-10]. Наибольшая часть ионов щелочных металлов подвижна [7] и легко диффундирует [8,9], однако электрически активными являются только ионы, находящиеся непосредственно на границе Si/SiO_2 [6]. На основании этих данных можно предполагать, что одной из причин нестабильности параметров обычных полупроводниковых приборов является присутствие примеси ионов щелочных металлов в окисном слое, которые адсорбируются при травлении в щелочных травителях.

В данной работе определяли концентрацию ионов калия, адсорбированных поверхностью кремния при травлении в КОН и остающихся после применения различных методов промывки.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

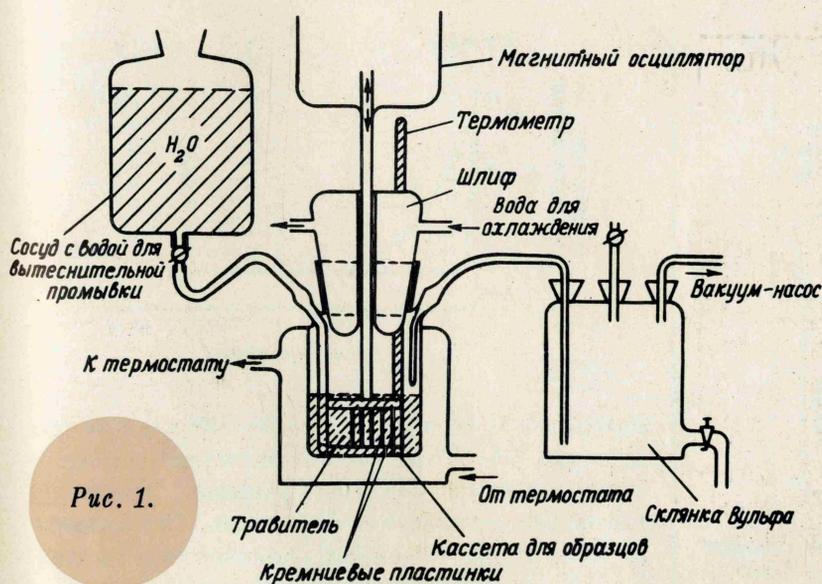


Рис. 1.

Адсорбцию и десорбцию ионов калия исследовали на пластинках с МОП-структурой (кремний *n*-типа) диаметром 7 мм с ориентацией поверхности (111), которые предварительно шлифовали и травлили в смеси плавиковой и азотных кислот на глубину 300 мкм. Каждый опыт проводили на вставленных в кассету восьми образцах. Кассету с пластинами погружали в сосуд (рис. 1), содержащий 15 мл раствора КОН, меченного радиоактивным К (42). Травление проводили в течение 5 мин при температуре 85-90°C с магнитным перемешиванием. Концентрацию раствора КОН меняли в пределах 1-50 вес. %.

Для определения эффективности различных методов промывки пластины травили в 30%-ном растворе КОН при описанных выше условиях. После этого кассету вынимали из раствора (кроме случая вытеснительной промывки) и проводили трехкратную промывку образцов в 50 мл спирта в течение 30 сек. Образцы вынимали из кассеты, сушили с помощью ИК излучения, затем измеряли интенсивность β -излучения счетчиком Гейгера-Мюллера. По кривой адсорбции излучения К(42) в кремнии [11] определяли долю излучения обратной стороны пластины. После промывки одним из описанных ниже способов на высушенных образцах проводили повторное измерение интенсивности β -излучения.

Вытеснительная промывка. При этом методе прерывали операцию травления добавлением деионизованной воды на дно сосуда (рис. 1). Разбавленный травитель отсасывали до первоначального уровня раствора.

Промывка циркулирующей водой. Промывку пластин осуществляли в приспособлении (рис. 2). Вода с удельным сопротивлением 10^7 ом·см вливалась из смешанного ионообменника со скоростью 2,5 л/мин.

Промывка в цикле повышенной интенсивности. Вода со скоростью 5 л/мин из устройства (рис. 2) попадала через душ в кварцевый сосуд (рис. 3), в котором находилась кассета с пластинками [12].

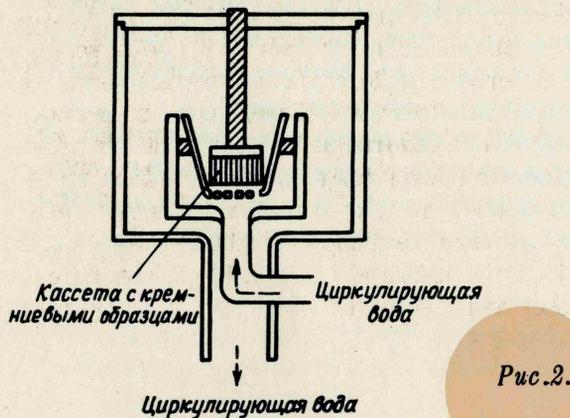


Рис. 2.

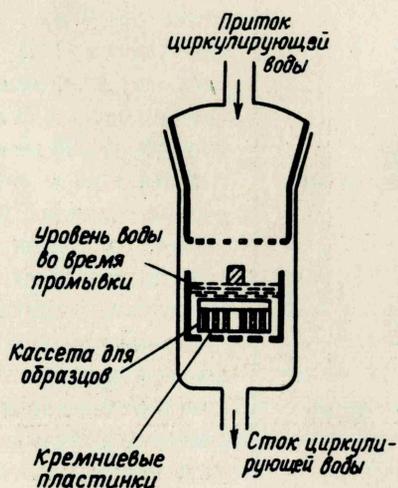


Рис. 3.

Промывка кислотами. Кассету с пластинками погружали в 30 мл кислоты и перемещали вручную.

Обработка кислотой в приборе Сокслета. Пластины, загрязненные ионами калия, помещали в область конденсации прибора Сокслета, заполненной концентрированной соляной или азотной кислотой. После двух циклов пластинки вынимали, промывали дважды водой в течение 30 сек и сушили. Методы промывки часто комбинировали.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

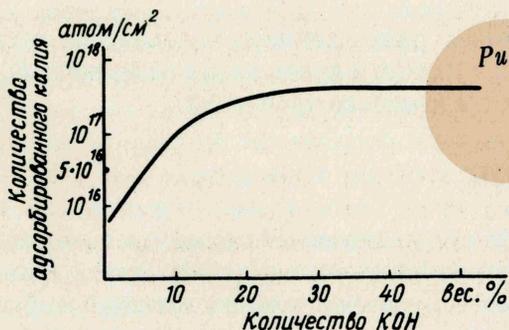


Рис. 4.

На рис. 4 приведены кривые адсорбции ионов калия в зависимости от концентрации раствора. Адсорбция ионов калия возрастает с концентрацией щелочи до значения $4 \cdot 10^{17}$ атом/см², при концентрации выше 30% она остается почти постоянной. Из этого видно, что при травлении в КОН на поверхности кремния адсорбируется такое количество ионов калия, которое может оказать отрицательное влияние на параметры полупроводниковых приборов. Концентрация $4 \cdot 10^{17}$ атом/см² является исходной при изучении десорбции. Если операцию травления прерывали с помощью вытеснительной промывки, остаточная концентрация калия составляла $1,2 \cdot 10^{16}$ атом/см² на поверхности кремния (рис. 5).

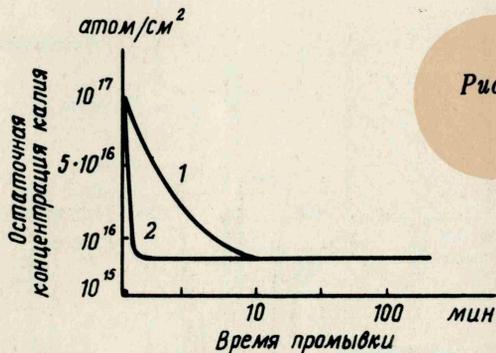


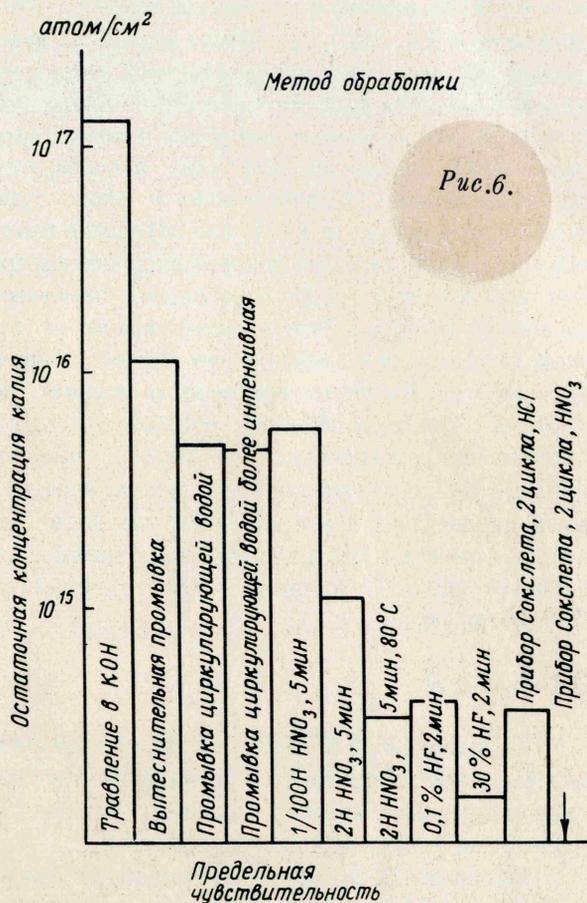
Рис. 5.

Изменение количества воды (100–500 мл) и ее температуры (25–90°C), а также магнитное перемещение кассеты с образцами промывки заметного влияния на адсорбцию не оказывали. Остаточное количество калия на поверхности кремния $1,2 \cdot 10^{16}$ атом/см², по-видимому, также отрица-

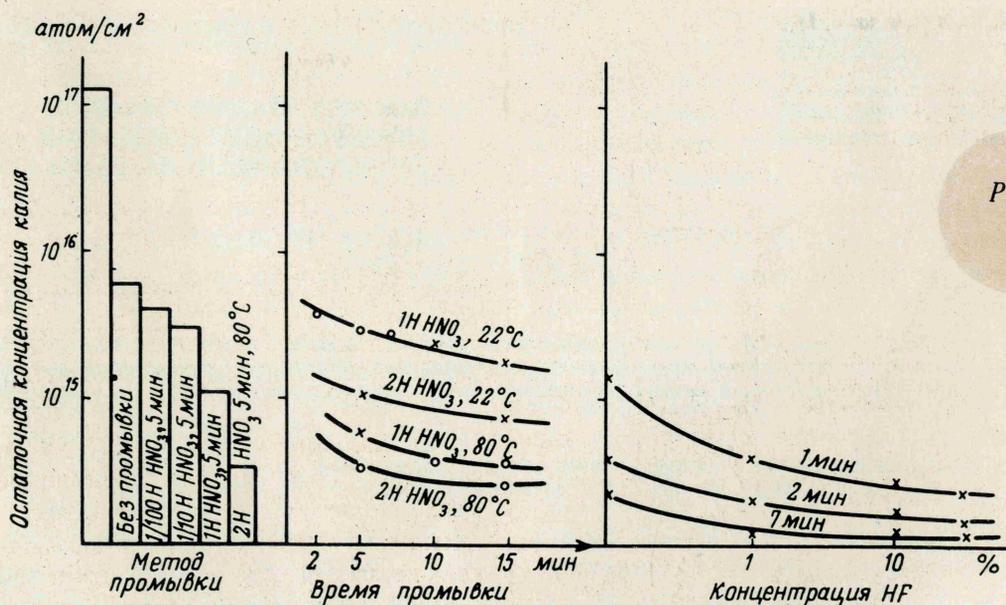
тельно влияет на параметры приборов, и поэтому этот метод промывки непригоден для достижения необходимой в полупроводниковой технике чистоты поверхности. Часто вместо вытеснительной промывки или дополнительно к ней применяют промывку деионизованной водой в специальном приспособлении в течение 60 мин. Оптимальное время промывки неизвестно. Результаты отмывки кремниевых пластин, травленных в 30%-ном растворе KOH, представлены на рис. 5 (кривая 1). За 10 мин промывки количество калия на поверхности снижается до $8 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$, более длительная промывка неэффективна. Интенсификация промывки деионизованной водой не приводит к уменьшению концентрации ионов калия на поверхности (кривая 2), а лишь ускоряет процесс десорбции (минимальное значение концентрации ионов калия $8 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ достигается через 2 мин.).

Таким образом, отмывка кремниевых пластин водой приводит к снижению концентрации ионов калия на поверхности до уровня 10^{16} см^{-2} . Объясняется это тем, что промывка водой удаляет только физически адсорбированные ионы, а другая часть ионов калия на поверхности кремния и в окисном слое, образующемся на поверхности сразу после прерывания травления, удерживается за счет хемосорбции.

Вслед за вытеснительной промывкой пластины погружали в плавиковую кислоту для растворения окисного слоя. Кислотная промывка уменьшает концентрацию ионов калия на поверхности на два порядка по сравнению с промывкой водой (рис. 6). Степень отмывки возрастает с повышением концентрации плавиковой кислоты и времени промывки. Минимальное значение $1,1 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ достигнуто при обработке в 5%-ном растворе HF в течение 7 мин. Повышение концентрации HF до 30% неэффективно, поскольку 5%-ный раствор HF полностью растворяет окисный слой.



Использование плавиковой кислоты для промывки полупроводниковых пластин затруднено вследствие высокой адсорбции ионов тяжелых металлов из HF [11]. Поэтому мы исследовали эффективность азотной кислоты, из которой ионы тяжелых металлов адсорбируются в гораздо меньшей степени. Оказалось, что такая обработка удаляет значительную часть хемосорбированных ионов калия (рис. 7). При промывке в 0,01 н. HNO₃ концентрация ионов калия на поверхности незначительно



меньше по сравнению с промывкой водой; после промывки в 2 н. HNO_3 за 10 мин остается концентрация 10^{15} атом/см², при повышенной температуре она снижается до $3 \cdot 10^{14}$ атом/см². Можно предположить, что механизм десорбции в случае травления HNO_3 следующий: ион калия адсорбируется на гидроксильных группах окисного слоя путем замены иона водорода [13], при обработке азотной кислотой происходит поворот процесса адсорбции, вследствие которого ионы калия замещаются ионами водорода. Этот процесс зависит от степени диссоциации и концентрации кислоты и времени обработки. Мы интенсифицировали условия десорбции обработкой образцов азотной и соляной кислотами в приборе Сокслета. После четырех циклов в HCl на поверхности остается концентрация ионов калия примерно $3 \cdot 10^{14}$ атом/см², после двух циклов в HNO_3 концентрация ионов калия остается ниже предела чувствительности (10^{14} атом/см²).

ВЫВОДЫ

При травлении в КОН на поверхности кремневой пластины адсорбируется значительное количество ионов калия, которое оказывает влияние на параметры полупроводниковых приборов.

Общепринятые в полупроводниковой технике методы промывки деионизованной водой значительно уменьшают количество адсорбированных ионов калия, однако остающаяся концентрация ионов калия все еще слишком высока. Лучшие результаты достигаются промывкой разбавленными растворами азотной и плавиковой кислот; остающаяся концентрация на поверхности примерно $3 \cdot 10^{14}$ атом/см². После обработки пластинок в

приборе Сокслета азотной кислотой на поверхности кремния концентрация ионов калия меньше 10^{14} атом/см².

Выражаем благодарность кандидату физ.-мат. наук Плагеманну за редактирование статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. J ö r g e n s e n P.R. " J. Chem. Phys.", 1962, v. 37, N 15, p. 874.
2. J a m i n M. " IEEE Trans.", 1966, v. 13, N 2, p. 256.
3. G o e t z b e g e r A. " Arch. elektr. Übertr.", 1966, 20, 5, S.348.
4. R o s i e r L.L. " IEEE Trans.", 1966, v. 13, N 2, p. 260.
5. R e v e s z A.G. " IEEE Trans.", 1965, v. 12, N 3, p. 97.
6. S n o w E., G r o v e A., D e a l D.E., S a h C.T. " J. Appl. Phys.", 1965, v. 36, N 5, p. 1667.
7. S c h m i d t P.F. " IEEE Trans.", 1965, v. 12, N 3, p. 102.
8. F r ä n z J., L a n g h e i r r i c h W. " Telefunken-Zeitung", 1966, 39, 3-4, S. 359.
9. X o n E., H o W.H., K u p e r A.B. " IEEE Trans.", 1966, v. 13, N 2, p. 257.
10. K o o i E. " IEEE Trans.", 1966, v. 13, N 2, p. 238.
11. S c h m i d t H. Dissertation. TH Leuna-Merseburg, 1966.
12. S c h m i d t H., D u b n a s k J. " Chem. Techn.", 1968, 20, 2, S.109.
13. С о т н и к о в В.С., Б е л а н о в с к и й А.С. "Радиохимия", 1962, № 4, стр.725.

Статья поступила 8 августа 1969 г.

УДК 621.315.592:546.28:621.794.4



ЭЛЕКТРОНИКА

ДЕПОНИРОВАНИЕ

О.П.СПИРИДОНОВ, Г.И.ЕПИФАНОВ, А.Т.САНЖАРОВСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ГЕРМАНИЯ, ЛЕГИРОВАННОЙ ИОНАМИ СВИНЦА

Статья депонирована в институте «Электроника»
ДЭ-320, 8 стр., 2 рис.

В работе показано, что легирование поверхности германия ионами свинца приводит к изменению поверхностной проводимости легированных образцов. Предлагается модель химического взаимодействия между поверхностными соединениями германия и соединениями свинца.

Для ознакомления с материалами следует обращаться в институт «Электроника» (Москва, В-415, проспект Вернадского, 39, Отдел фондов).

УДК 621.381.016.35

ОБОРУДОВАНИЕ

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ПОТОЧНО-МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ В ПЛАСТМАССОВОМ КОРПУСЕ

ПОЗВОЛЯЕТ ПОЛУЧИТЬ ВЫСОКИЙ ПРОЦЕНТ ВЫХОДА ГОДНЫХ И
ОБЕСПЕЧИТЬ СЪЕМ С 1 м^2 ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДИ
ОКОЛО 12 ТЫС. ПРИБОРОВ В ГОД

Анализ производства полупроводниковых приборов показывает, что для снижения их себестоимости необходимо использовать планарно-эпитаксиальную технологию изготовления полупроводниковых структур и разработать такую конструкцию прибора, которая позволила бы механизировать все сборочные операции, включая герметизацию пластмассой.

Разработана поточно-механизированная линия изготовления кремниевого импульсного диода типа КД513А, отличающегося сочетанием высокого быстродействия и малого сопротивления в прямом направлении, достаточно большим обратным напряжением и высокой нагрузочной способностью. Для удешевления этого прибора были переработаны конструкция и технология прибора—аналога КД509—А, что позволило механизировать все трудоемкие процессы [1]. Технологический маршрут изготовления диода при этом сводится к следующему. На исходной ленте вырубается "рамки", содержащие два электрода, на один из которых монтируется кристалл, а к другому присоединяется токоподвод от планарного "окна" кристалла (тонкая золотая проволока), затем часть рамки с кристаллом герметизируется пластмассой, удаляется перемычка, проводятся технологические испытания и маркировка. Примером использования подобных конструктивных решений являются работы фирмы General Electric [2] и отечественные работы по созданию транзистора типа КТ—315А [3].

Анализ конструктивно-технологической схемы изготовления диода приводит к заключению, что весь производственный цикл может быть разбит

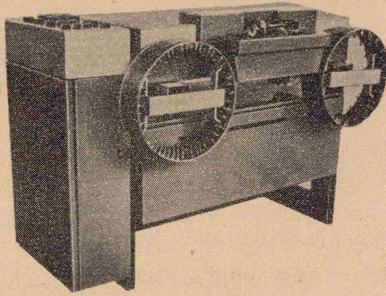
на две части: изготовление кристалла с *p-n* переходом и монтажно-сборочные операции (включая измерения и испытания). Операции первой части технологического маршрута, основанного на планарно-эпитаксиальной групповой технологии, удобнее выполнять по участковому методу; для второй части — целесообразнее использовать поточный принцип.

Поточно-механизированная линия охватывает операции второй части технологического маршрута изготовления диода.

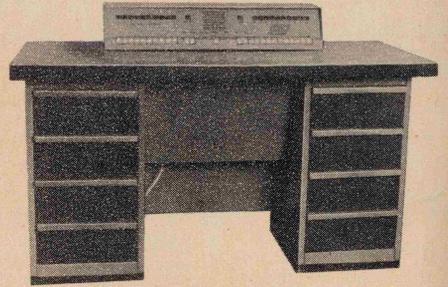
Металлической основой корпуса прибора является намотанная на магнитный барабан коваровая лента. По выполнении первой технологической операции вырубки (перфорации) лента наматывается на магнитный барабан, который затем переставляется на установку, осуществляющую следующую технологическую операцию, во время ее выполнения лента перематывается на такой же магнитный барабан и так далее. Вместимость одного магнитного барабана в среднем соответствует 1 ч работы оборудования. От операции "подготовка арматуры" и до технологических испытаний приборы перемещаются в блок-кассетах унифицированной конструкции, а на последующих операциях — обычной пересыпкой в вибробункеры автоматов из приемной тары оборудования предыдущих операций. Возврат освобожденных транспортных средств (магнитных барабанов, блок-кассет) на исходные позиции осуществляется вручную 3—7 раз в смену обслуживающим персоналом линии.

Эксплуатация линии показала, что при незначительной модернизации и изготовлении нескольких

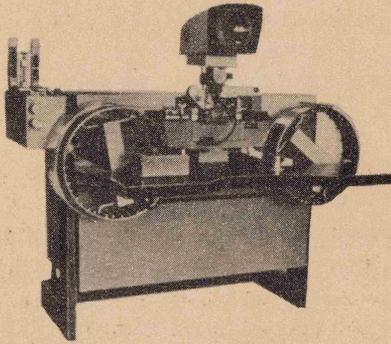
1



6



2



1 Установка для присоединения кристаллов

2 Установка для присоединения выводов

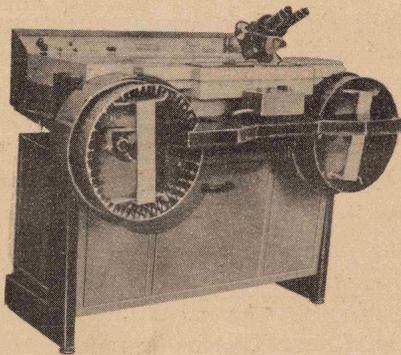
3 Установка для контроля внешнего вида и пассивации

4 Автомат разбраковки приборов по статическим параметрам, емкости и заряду переключения

5 Камера тепла

6 Стол мастера

3



4



5



дублирующих единиц оборудования производительность линии может быть повышена.

Технические данные линии

Режим работы	двухсменный
Занимаемая площадь, m^2	110
Обслуживающий персонал, чел/смену	31
Расход электроэнергии, $kвт/ч$	140
Расход сжатого воздуха, $m^3/ч$	60
Расход сжатого азота, $m^3/ч$	0,5
Расход водорода, $m^3/ч$	0,05
Расход жидкого азота, $кг/ч$	0,6
Количество оборудования в линии, единиц	44 (25 наименований)
Вентиляция (вытяжная), $m^3/ч$	2500

В состав поточно-механизированной линии входит высокопроизводительное оборудование (в основном вновь разработанное), отличающееся высокой степенью унификации и универсальностью применения (см. блок-схему).

• Установка для присоединения кристаллов (рис. 1) предназначена для монтажа кристаллов диодов на перфорированную золоченую ленту методом эвтектической УЗ-пайки в среде защитного газа. Контроль качества присоединения кристаллов осуществляется визуально. Установка обеспечивает два режима: ручной и автоматический.

Основные данные

Число присоединений в час	700
Точность установки кристаллов относительно центра золоченой площадки, $мм$	$\pm 0,2$
Диапазон регулирования времени пайки, $сек$	0,04–1,2
Точность выдержки времени пайки, $сек$	$\pm 0,02$
Диапазон рабочих частот УЗ-генератора, $кГц$	58–64
Выходная мощность УЗ-генератора (регулируемая), $вт$	до 30
Пределы регулирования давления инструмента на свариваемые элементы, $Г$	50–150
Точность повторения заданного давления, $%$	5
Пределы регулирования натяжения ленты, $Г$	250–500

• Установка для присоединения выводов (рис. 2) обеспечивает нагрев, контроль и автоматическое регулирование температуры нагревательной колонки; ультразвуковую приварку вывода к кристаллу; контактную приварку вывода к ножке; автоматическое выдерживание времени УЗ-сварки и импульсной сварки.

Основные данные

Число присоединений в час	450
Диаметр золотого проволочного вывода, $мм$	30–60
Точность манипулирования, $мм$	± 2
Пределы регулирования прижимного усилия на электроде, $Г$	30–250
Время сварки ультразвуком, $сек$	2
Диапазон регулирования времени контактной сварки, $сек$	0,04–1
Пределы регулирования температуры нагревателя, $^{\circ}C$	250–450
Точность поддержания заданной температуры нагревателя, $^{\circ}C$	± 5
Мощность ультразвукового генератора, $вт$	0,2–15

• Установка контроля внешнего вида и пассивации (рис. 3) предназначена для визуального контроля качества монтажа кристаллов на ленте, для выполнения пассивации, отметки брака и автоматического отсчета годных и брака (по трем видам).

Производительность установки при автоматическом цикле 1200 прибор/ч; при полуавтоматическом цикле – 500 прибор/ч.

Установка обеспечивает визуальный просмотр качества распаянных кристаллов и выводов на ленте и пассивацию их, одиночную и автоматическую подачу ленты; отсчет брака (три вида: "кристалл", "вывод", "общий") и "годных".

• Унифицированная модель автомата разбраковки приборов по статическим параметрам, емкости и заряду переключения (рис. 4) предназначена для разбраковки импульсных диодов типа КД513А.

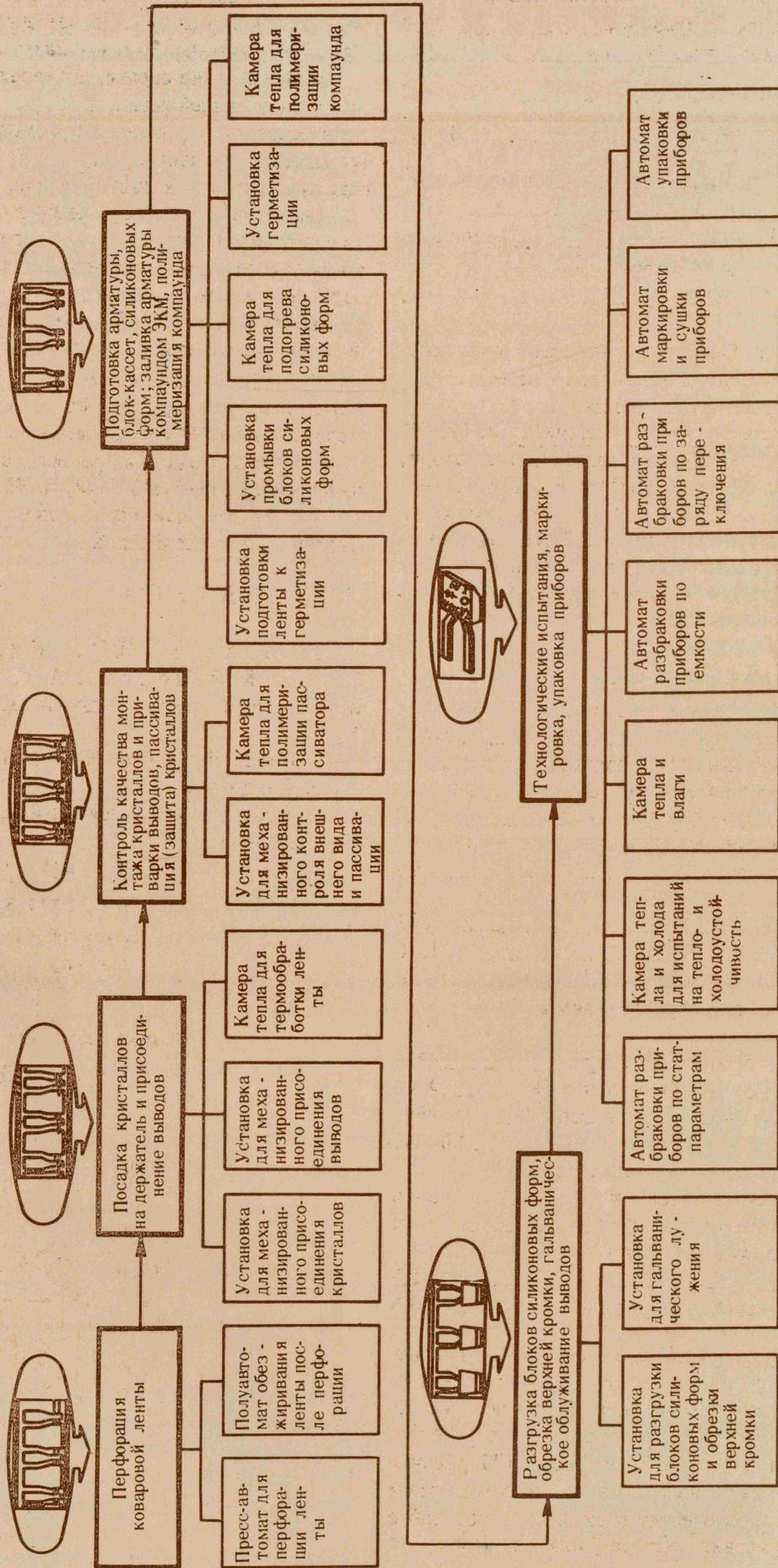
Основные данные автомата разбраковки приборов по статическим параметрам

Производительность, прибор/ч	2500
Диапазон регулирования $I_{пр}$, $ма$	80–120
Точность задания $I_{пр}$, $%$	± 3
Пределы настройки $I_{обр}$, $мка$	1–2
Погрешность регистрации $I_{обр}$, $%$	$\pm 3,5$
Погрешность регистрации $U_{пр}$, $%$	± 3
Диапазон регулирования $U_{обр}$, $в$	40–75

Основные данные автомата разбраковки по емкости

Производительность, прибор/ч	2500
Число групп разбраковки	3
Пределы разбраковки по емкости, $пф$	1–4
Погрешность разбраковки, $%$	5
Амплитуда высокочастотного напряжения на приборе, $мв$	20
Частота высокочастотного напряжения на приборе, $МГц$	2–5

БЛОК - СХЕМА
 поточно-механизированной линии сборки и технологических испытаний приборов КД-513А



Основные данные автомата разбраковки приборов по заряду переключения

Производительность, прибор/ч.....	2500
Диапазон регулирования $I_{пр}$, ма.....	0–100
Точность задания $I_{пр}$, %.....	±3
Диапазон регулирования $U_{обр}$, в.....	0–100
Точность задания $U_{обр}$, %.....	±3
Диапазон настройки регистрации заряда переключения, пк.....	100–500
Точность регистрации заряда переключения, %.....	±5

При необходимости электрическая схема каждого из рассмотренных автоматов может быть перестроена по пределам измерения.

• Унифицированная модель камеры тепла (рис.5) предназначена для полимеризации пассиватора, нанесенного на арматуру прибора КД513А при температуре 120°C в течение 2 ч, для термообработки собранной арматуры прибора КД513А в среде азота при температуре 300°C, для полимеризации компаунда ЭКМ при температуре 80°C в течение 2 ч.

Основные данные

Диапазон регулирования температур в рабочей камере, °C.....	50–300
Точность поддержания температуры по объему рабочей камеры, °C	
для термообработки арматуры.....	±10
для полимеризации компаунда и пассиватора.....	±5
Габариты, мм:	
длина.....	800
ширина.....	1040
высота.....	1330
Число одновременно обрабатываемых приборов	
при термообработке арматуры.....	4800
при полимеризации компаунда ЭКМ.....	4000
при полимеризации пассиватора.....	4000
Время выхода камер на режим, мин.....	30–140
Время принудительного охлаждения камер сжатым воздухом, мин.....	30–60
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч.....	10–20
Потребляемая мощность, квт	
при выходе на режим.....	2,5
при установившемся режиме.....	0,5

• Стол мастера (рис.6) предназначен для оперативного управления участками поточно-механизированной линии. Двусторонняя звуковая связь осуществляется через переговорные устройства, имеющиеся на каждом рабочем месте (20 рабочих мест). Световая сигнализация с запоминающим устройством обеспечивает взаимный вызов даже в случае отсутствия мастера или рабочего на своих местах.

• Автомат упаковки предназначен для групповой герметичной упаковки приборов КД513А в полиэтиленовую пленку. Производительность автомата 100 пакетов/ч (в одном пакете 20 приборов).

Теоретические оценки, подтвержденные опытной эксплуатацией линии, показали, что съем годных диодов с 1 м² занимаемой производственной площади близок к 12000 шт/год, выпуск на одного рабочего – к 20 000 шт/год.

Анализ состава линии показывает, что выравнивание производительности всего комплекса оборудования линии за счет модернизации его отдельных видов позволит увеличить производительность линии в 1,7–2,0 раза, а с учетом повышения процента выхода годных – в 2,5 раза.

Разработанная линия может использоваться для производства широкой номенклатуры мало-мощных приборов, изготавливаемых по планарной технологии и герметизируемых в пластмассе: импульсных диодов (КД503А, КД503Б, КД511А и др.), стабилитронов, варикапов и некоторых типов диодов общего назначения.

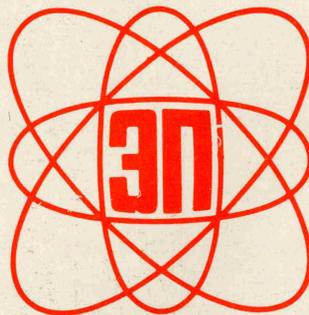
ЛИТЕРАТУРА

1. Калошкин Э. П., Курносоев А. И., Носов Ю. Р., Черных А. Г. "Обмен опытом в электронной промышленности", 1969, № 6, стр.9 – 11.
2. Electronics, 1966, N 39, p.84–90.
3. Федоренко Ю. С., Иванов В. В. "Обмен опытом в электронной промышленности", 1969, № 3, стр.39–45.

Ю.Р. Носов, Л.С. Ламнев,
Е.Е. Онегин, Э.П. Калошкин,
А.Д. Рычаго, П.П. Гойденко,
Г.П. Кузьмичев

Статья поступила 5 февраля 1970 г.

УДК 621.382.2.002.5





**ПОМОЖЕТ МОМЕНТАЛЬНО ПРИГОТОВИТЬ ЗАВТРАК, ОБЕД И УЖИН
ДОМА, В ДИЕТИЧЕСКОЙ СТОЛОВОЙ, КАФЕ И РЕСТОРАНЕ**

Приготовленные блюда приобретают особый вкус и аппетитный вид и полностью сохраняют свою питательную ценность

Печь "СЛАВЯНКА" незаменима для приготовления продуктов диетического питания

Работает на основе нового принципа нагревания с помощью электромагнитной энергии сантиметрового диапазона волн

ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ 3,1 квт

МОЩНОСТЬ СВЧ В КАМЕРЕ 1,2 квт

ОБЪЕМ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ 36 л

ВЕС 145 кг

ФОТОШАБЛОНЫ и оборудование для их производства

Предложенная классификация фотошаблонов (по размерам и конфигурации микроизображения и минимальной ширине и качеству края элементов) позволяет правильно определить комплект оборудования, необходимый и достаточный для производства фотошаблонов в условиях данного массового производства.

Фотомеханическое оборудование для производства фотошаблонов, серийный выпуск которого начат нашей промышленностью, позволяет изготавливать фотошаблоны, необходимые в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем, с использованием различных технологических процессов. Наиболее отработаны для внедрения в массовое производство в настоящее время два варианта технологических процессов (рис. 1), основанные на отъеме с уменьшением изображений (рис. 2), вычерченных на первичном оригинале*.

Первый из рассматриваемых вариантов — хорошо освоенный нашими предприятиями способ многоступенчатого уменьшения изображения с использованием специальной оптики и механического повторителя для мультипликации — распечатывания по площади (рис. 1, а). Разновидностью этого способа является создание комплекта фотошаблонов с помощью многоместных фотоштампов. Возможности такого комплекта оборудования определяются в основном качеством оптики (минимальной шириной рисуемого элемента δ и размером рабочего поля $2y'$) и точностью перемещений стола при мультипликации. Современное отечественное оборудование обеспечивает получение фотошаблонов с наименьшим элементом $\delta = 5 \text{ мкм}$ на поле $2y' = 2,5 \div 4,0 \text{ мм}$ с нечеткостью края $0,5 - 1 \text{ мкм}$. Точность отработки шага находится в пределах $1 - 3 \text{ мкм}$. Общая кратность уменьшения, выполняемая в две ступени, составляет $250 - 500$. Мультипликация производится на последней ступени уменьшения.

* Для вычерчивания первичных оригиналов применяются координатографы с ручным, механизированным и программным управлением типа ЭМ-701; К-800; ЭМ-703; ЭМ-706; ЭМ-707, обеспечивающие точности, достаточные для изготовления шаблонов при работе с масштабами от 1:200 и меньше.

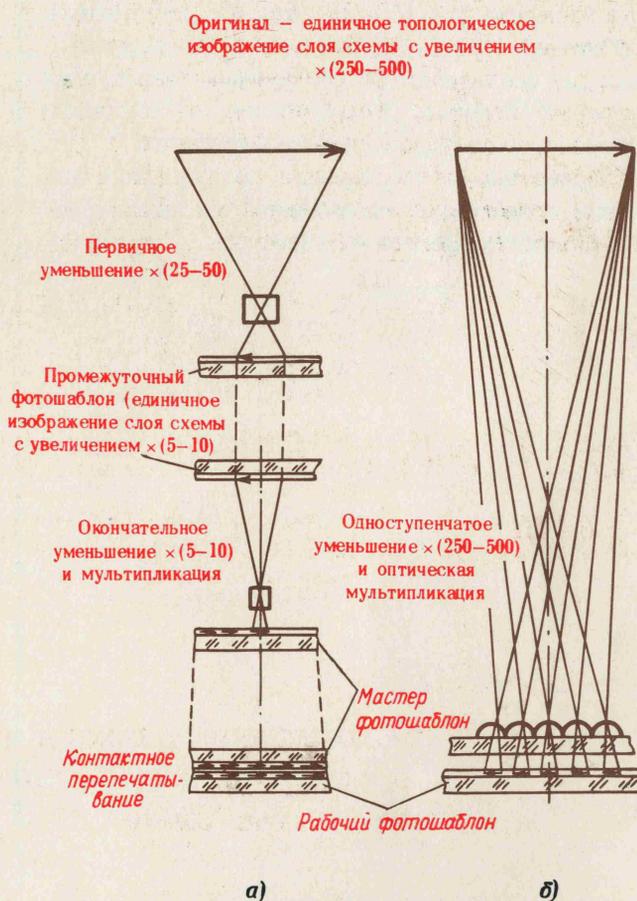


Рис. 1. Схема технологических процессов: а — многоступенчатое уменьшение; б — одноступенчатое уменьшение

Второй вариант — способ одноступенчатого уменьшения большой кратности ($250 - 300$) с оптической мультипликацией микроизображений (рис. 1, б). Основу этого способа составляет использование линзово-растровой оптики, позволяющей изготавливать фотошаблоны, необходимые в производстве диодов, транзисторов и несложных по конфигура-

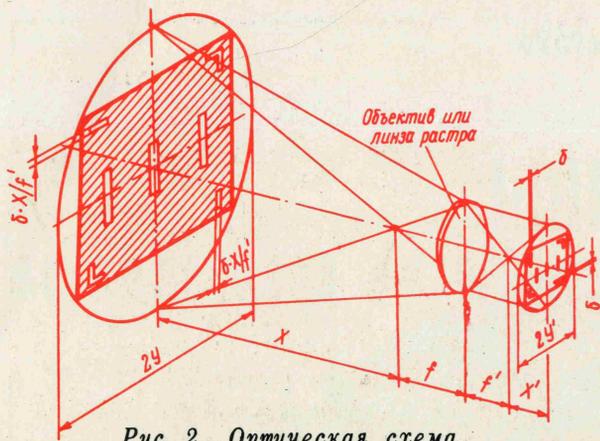


Рис. 2. Оптическая схема, используемая в рассматриваемом оборудовании

ции твердых схем. Этот способ позволяет получить величину поля $2y' = 0,7 \div 0,8$ мм, минимальные размеры элемента $\delta = 10 \div 15$ мкм и нечеткость края менее 1 мкм. Ошибки по шагу воспроизводятся для всех шаблонов, полученных через один растровый объектив. Способ освоен в массовом производстве полупроводниковых приборов.

Разработано отечественное оборудование (см. таблицу), позволяющее использовать оба рассмотренных варианта технологического процесса. Сопоставле-

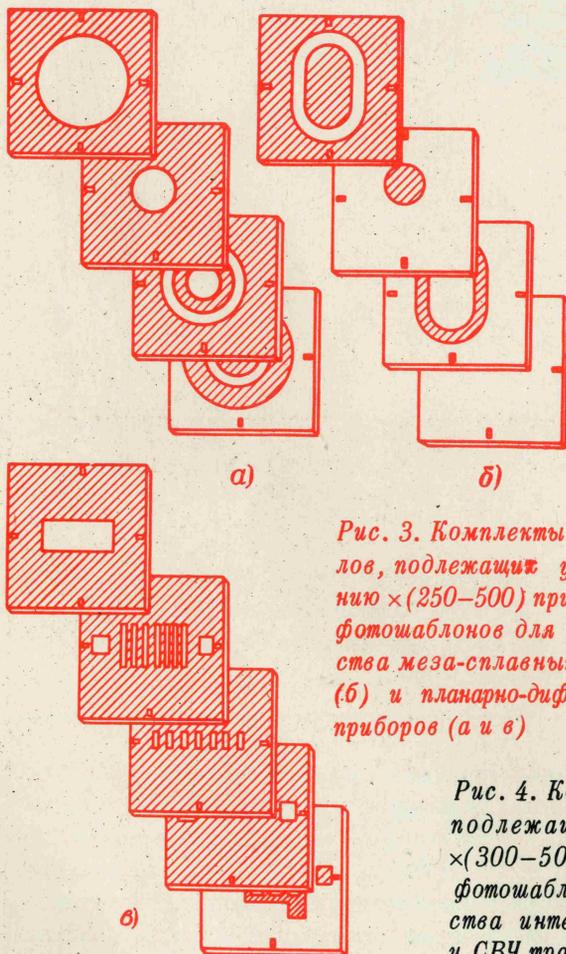
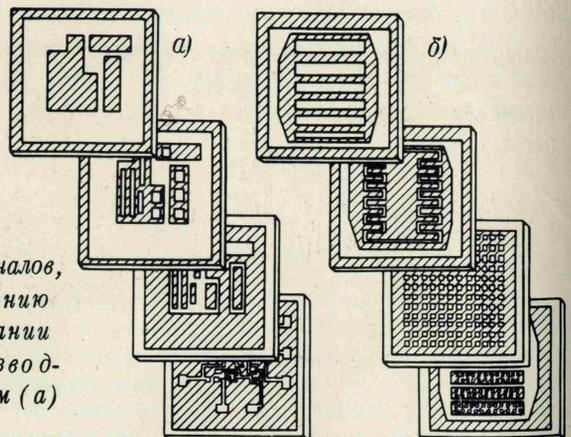


Рис. 3. Комплекты оригиналов, подлежащих уменьшению $\times(250-500)$ при создании фотошаблонов для производства меза-сплавных приборов (б) и планарно-диффузионных приборов (а и в)

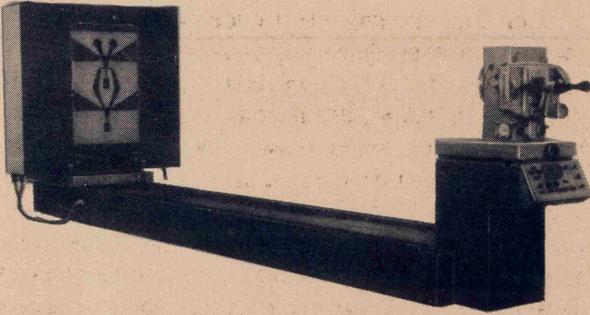
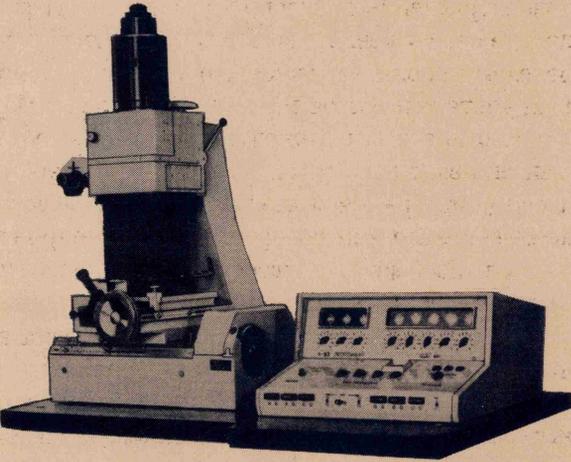
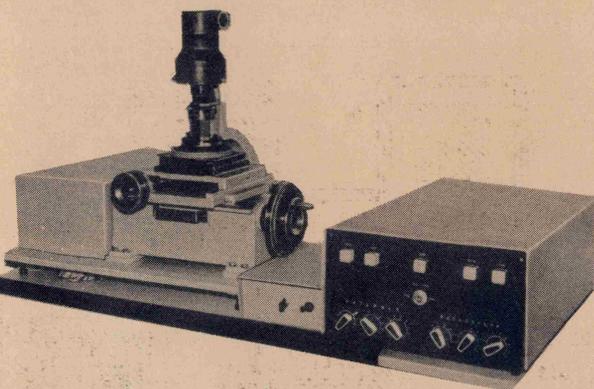
Рис. 4. Комплект оригиналов, подлежащих уменьшению $\times(300-500)$ при создании фотошаблонов для производства интегральных схем (а) и СВЧ транзисторов (б)

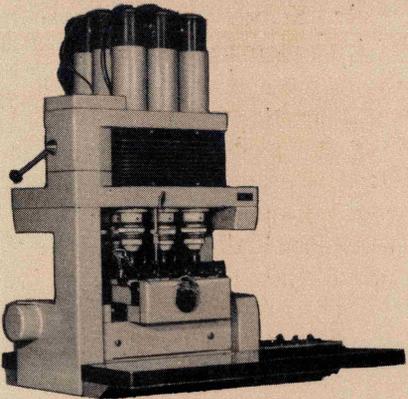
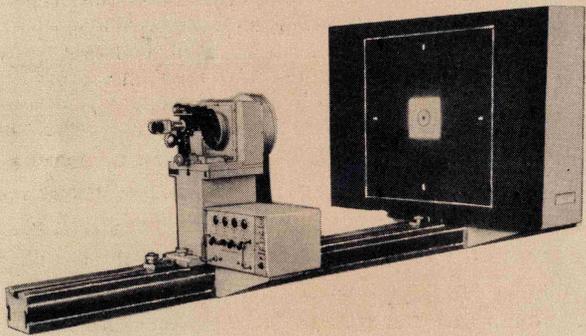
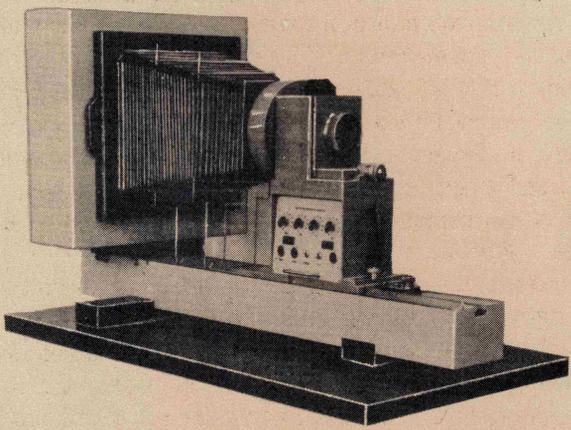


ние технических возможностей этого оборудования и специфических требований, предъявляемых к фотошаблонам различных типов, позволяет сделать некоторые выводы по классификации фотошаблонов и дифференцированно подойти к выбору комплекта оборудования для их изготовления, разделив фотошаблоны на две группы. Основными определяющими признаками фотошаблонов, применяемых в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем, являются: площадь изображения, минимальная ширина элементов и конфигурация рисунка (заполнение им площади и положение минимальных элементов по отношению к центру изображения). Важнейшими параметрами, характеризующими фотошаблоны, являются также качество края элементов изображения и совмещаемость комплекта.

К первой группе (рис. 3) можно отнести фотошаблоны для диодов, транзисторов (исключая СВЧ транзисторы) и несложных твердых схем. Площадь изображения у них не превышает 1×1 мм. Минимальные размеры элементов таких фотошаблонов составляют сейчас $7-10$ мкм. С точки зрения конфигурации рисунка эта группа характеризуется концентрацией элементов минимальной ширины в центре изображения с выносом элементов, не определяющих электрические параметры прибора (под контактные площадки), на края поля. Наряду с прямолинейными элементами рисунок имеет элементы в виде дуг и окружностей. Заполнение площади изображения характеризуется значительным преобладанием прозрачного над непрозрачным или наоборот, а также большими сплошными, не пересеченными рисунком зонами.

Вторую группу (рис. 4) составляют фотошаблоны для СВЧ транзисторов и интегральных схем. По конфигурации они характеризуются равномерным заполнением площади изображения. Линии минимальной ширины $3-7$ мкм для создания ответственных элементов приборов и схем расположены по всему полю, площадь которого значительно превышает 1×1 мм. Почти не встречаются элементы криволинейной формы. Преобладает прозрачное поле над непрозрачным или наоборот, но без больших сплошных, не пересеченных рисунком зон.

Наименование и тип установки	Назначение	Основные технические характеристики
 <p data-bbox="185 609 645 640">Фотокамера первичного отъема ЭМ-513</p>	Изготовление промежуточных фотооригиналов	Максимальный размер экрана 1200 x 1200 мм. Масштаб съемки (1:25)÷(1:50), размер поля промежуточного фотооригинала $2y' = 30 \div 50$ мм, минимальный элемент по полю $2y'$ не является лимитирующим. Предусмотрена мультипликация на поле 100 x 90 мм с точностью ± 2 мкм
 <p data-bbox="304 1323 526 1354">Фотоштамп ЭМ-505</p>	Изготовление фотошаблонов	Ход стола по координатам $x = 160$ мм, $y = 160$ мм; точность отработки шага ± 2 мкм; совмещаемость комплекта фотошаблонов 3 мкм. Масштаб съемки 1:5; 1:10. Минимальные размеры элемента по полю $2y' = 3$ мм составляют 5–10 мкм
 <p data-bbox="207 1911 526 1942">Фотоштамп "Микроэкс-1"</p>	То же	Ход стола по координатам $x = 60$ мм и $y = 60$ мм; точность отработки шага ± 2 мкм. Масштаб съемки 1:10. Минимальные размеры элемента по полю $2y' = 2$ мм составляют 7–10 мкм. Производительность при шаге 1 мм – 60 экспозиций/мин. Характеристики проектные. Установка не прошла опытной эксплуатации

Наименование и тип установки	Назначение	Основные технические характеристики
 <p data-bbox="289 630 504 661">Фотоштамп ЭМ-510</p>	<p data-bbox="742 210 934 315">Одновременное изготовление комплекта фотошаблонов</p>	<p data-bbox="986 210 1372 430">Ход стола по координатам $x = 50 \text{ мм}$, $y = 50 \text{ мм}$; точность отработки шага $\pm 1,5 \text{ мкм}$ совмещаемость комплекта фотошаблонов $\pm 1 \text{ мкм}$. Масштаб съемки 1:10. Минимальные размеры элемента по полю $2y' = 3 \text{ мм}$ составляют 5–10 мкм</p>
 <p data-bbox="215 1312 593 1354">Растровая фотокамера ЭМ-501</p>	<p data-bbox="742 787 920 850">Изготовление фотошаблонов</p>	<p data-bbox="986 787 1365 955">Максимальный размер экрана 500 x 500 мм. Масштаб съемки (1:200) ÷ (1:700). Минимальные размеры элемента по полю $2y' = 0,8 \text{ мм}$ составляют 10–15 мкм</p>
 <p data-bbox="207 1921 593 1963">Растровая фотокамера ЭМ-514</p>	<p data-bbox="801 1438 875 1480">То же</p>	<p data-bbox="986 1438 1365 1617">Максимальный размер экрана 300 x 300 мм. Масштаб съемки (1:200) ÷ (1:400). Комплект объективов с полем $2y' = 0,8$; 1,0; 1,2 мм. Установка передана в опытную эксплуатацию</p>

Фотошаблоны этих двух групп значительно различаются по качеству края элементов микроизображения прибора или схемы и по совмещаемости фотошаблонов в комплекте.

Нечеткость края элементов микроизображения определяется шириной перехода $\Sigma\Delta x$ от прозрачного к непрозрачному (размытость края, рис. 5) и неровностью, или пилообразностью края Δx_1 (наличие выступов и впадин от средней линии, определяющей форму рисунка, рис. 6) и обусловлена малыми размерами элементов и промежутков между ними.

Размытый край на фотошаблоне не позволяет получить четкое изображение слоя на полупроводниковой пластине в процессе фотолитографии, что ведет к неконтролируемому искажению электрических параметров прибора. Пилообразный край или наличие отдельных краевых дефектов ведет к возникновению локальных напряженностей поля, что создает вероятность пробоя в этих местах по

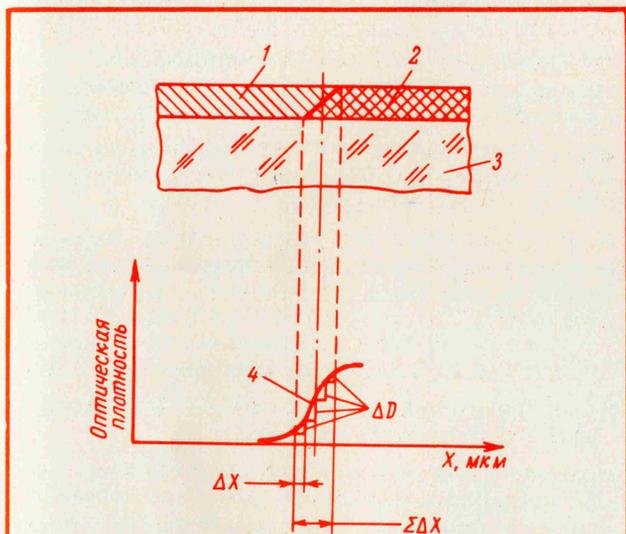


Рис. 5. Нечеткость края, определяемая изменением оптической плотности (кривая 4) на переходе $\Sigma\Delta x$ от прозрачного поля 1 к непрозрачному полю 2 микроизображения на фотошаблоне 3

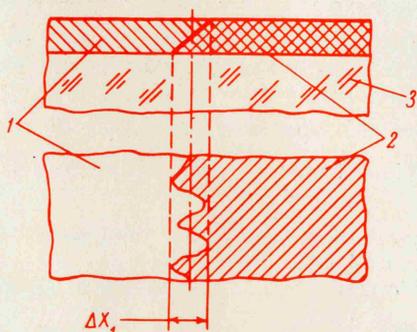


Рис. 6. Неровность края микроизображения на переходе Δx_1 от прозрачного поля 1 к непрозрачному полю 2 на фотошаблоне 3

слою или способствует короткому замыканию между слоями в создаваемом приборе.

Допустимая величина краевых дефектов у фотошаблонов для приборов и схем разной сложности 0,25–1,5 мкм. Кроме того, качество края может быть разным у фотошаблонов одного комплекта. Так, у фотошаблонов, не участвующих в фотолитографических процессах формирования p-n переходов, допустимая размытость и неровность края могут превышать эту величину, не ухудшая параметры приборов и схем.

Не рассматривая в данной статье физико-химических причин происхождения размытости и неровности края, отметим лишь, что при равных условиях в отношении качества фотоматериалов и техники их обработки, как показывает опыт эксплуатации оборудования на предприятиях электронной промышленности, нечеткость края, получающаяся при рассмотренных процессах изготовления фотошаблонов, соответствует требованиям по этому параметру на приборы и схемы массового производства.

Так, для фотошаблонов первой группы величина размытости и неровности края в 1 мкм является допустимой. Для фотошаблонов второй группы, в связи с более сложной конфигурацией микроизображений, требования по качеству края ужесточаются и нечеткость края в ряде случаев не превышает 0,4–0,7 мкм.

Если размеры микроизображения и качество края их элементов и линий определяются возможностями оптической схемы, фотослоев и процессов фотохимической обработки, то совмещаемость комплекта фотошаблонов, в равной степени (если не в большей) определяющая выход годных приборов, полностью зависит от вида мультипликации.

В практике используются два способа совмещения:

- а) когда отсутствует смещение по шагу в рядах при последующих совмещениях;
- б) когда допустимо смещение по шагу в рядах при последующих совмещениях.

Способ "а" позволяет использовать комплекты фотошаблонов с любой ошибкой по шагу и обеспечивает приемлемую совмещаемость. Для этого требуется изготавливать комплекты с помощью многоместного фотоштампа или растровой фотокамеры. Точность мультипликации в этом случае должна обеспечить попадание зонда в заданную точку при контроле с помощью автоматических зондовых установок и резку полупроводниковой пластины на отдельные приборы и схемы. Погрешности по шагу могут достигнуть ± 5 мкм.

Использование способа "б" удобнее: менее тщательно проводится предварительное совмещение, возможна работа с поломанными пластинками. Совмещаемость таких комплектов фотошаблонов зависит от точности применяемых механизмов мультипликации. При современных размерах микроизображений погрешность по шагу у них не должна превышать 1–3 мкм.

Кроме технических различий вариантов изготовления фотошаблонов (характеристики способа многоступенчатого уменьшения значительно лучше, чем у способа, основанного на применении растровой оптики), у них имеются большие различия в сложности и стоимости оборудования для их осуществления, в производительности и надежности этого оборудования. По этим показателям способ многоступенчатого уменьшения значительно уступает растровому. Так, стоимость комплекта камера-фотошамп в 5 раз превышает стоимость эквивалентной ему растровой фотокамеры. По производительности основная разница определяется числом экспозиций фотошампа и временем на отработку каждого шага между ними и одной экспозицией на растровой фотокамере. При числе микроизображений на фотошаблоне 1000 шт. разница во времени составляет 2-3 ч. С учетом особенностей технологического процесса и выхода годных изготовление комплекта шаблонов из 5-6 шт. при многоступенчатом уменьшении занимает 2-3 недели, при одноступенчатом - 2-3 дня.

Учитывая различия этих вариантов, следует определять границы применения их для обеспечения промышленности качественными фотошаблонами с наименьшими затратами.

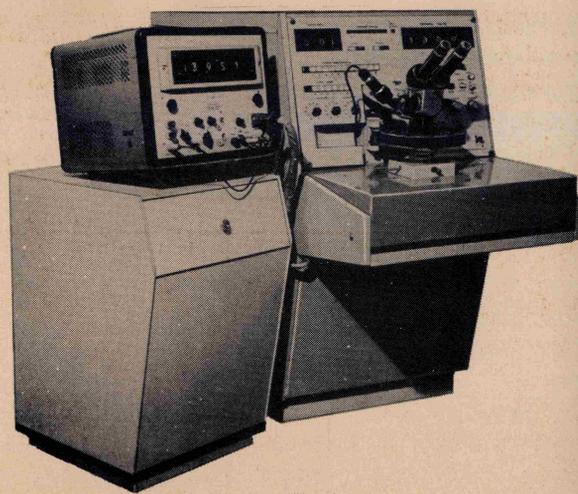
Анализ требований, предъявляемых к микроизображениям на фотошаблонах, позволит правильно подобрать комплект фотомеханического оборудования для производства фотошаблонов. Это значит, что можно будет разгрузить "классический комплект", состоящий из камеры и фотошампов, избежать нерационального использования полупроводниковых материалов, обусловленного применением групповых фотошаблонов (на одной пластине из-за этого получают в 6-10 раз меньше приборов), повысить ритмичность работы участков по производству фотошаблонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Турьгин И.А. Прикладная оптика. М., "Машиностроение", 1965.
2. Патент № 406444, 21д 11/02 (Швейцария). Способ и устройство для получения микроэлементов, необходимых в производстве полупроводниковых приборов по методу масок.
3. Перрен Ф. Методы оценки фотографических систем. "Успехи физических наук", 1962, октябрь, т. XXУШ, вып. 2.
4. Богданов С.С., Киселев К.П., Корсаков И.М. Применение линзово-растровой оптики в производстве полупроводниковых приборов. "Вопросы радиоэлектроники", сер. II "Полупроводниковые приборы", 1965, вып. 3.

Статья поступила 18 сентября 1969 г.

УДК 621.382.8.002.2:776



Автоматическая контрольно-измерительная установка

ПРЕДНАЗНАЧЕНА для автоматического контроля и измерения параметров р-п переходов и транзисторов твердых интегральных схем в производственных условиях.

МОЖЕТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ КОНТРОЛЬ пробивных напряжений р-п переходов и конденсаторов. Напряжение пробоя задается и ток контролируется.

МОЖЕТ ПРОВОДИТЬ ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ величины тока через любой переход транзисторов р-р типа, коэффициента передачи тока β и статического коэффициента передачи тока $V_{СТ}$ согласно ГОСТ 10870-68 и 11541-65.

Токи эмиттера задаются дискретно в пределах $I_{Э} = 0,01 \pm 10 \text{ ма}$, а напряжение коллектора $U_{К} = 0,1 \pm 100 \text{ в}$.

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ β и $V_{СТ} = 0,1 \pm 121$ с точностью $< 10\%$ и $< 5\%$ соответственно.

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКОВ не хуже $\pm 2\%$; контроль и измерение величины сопротивлений до 10 Мом с точностью $\pm 0,05\%$ и свыше 10 Мом (до 1 Гом) с точностью $\pm 2\%$.

ВРЕМЯ ОДНОГО ИЗМЕРЕНИЯ 0,4-4 сек. Пределы измерения токов от 100 на до 10 ма.

Число одновременно проверяемых транзисторов 8, диодов - 12.

Для подачи управляющего сигнала и записи эталонных величин используется ПЗУ с объемом 130 тыс.бит. Число тестовых программ 16; в каждой программе 64 теста.

ИНДИКАЦИЯ результатов измерения на световом табло "ГОДЕН-БРАК", цифровая - на индикаторах Ин-2 и вывод результатов на разъем для ЦПУ.

ПИТАНИЕ от сети переменного тока 220 в, 50 гц.

ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ 1 квт.

ГАБАРИТЫ

установки (вместе с зондовой установкой ЭМ617) 1580 × 590 × 1120 мм,

столика (вместе с вольтметром ВК7-10/А) 550 × 450 × 1070 мм.

ВЕС ~ 300 кг.

СООБЩЕНИЕ

ОБМЕН ОПЫТОМ

СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЕ СОРЕВНОВАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОТРАСЛИ

«... Развивая успехи, достигнутые в социалистическом соревновании в честь 100-летия со дня рождения В.И.Ленина, предприятия и организации электронной промышленности направляют свои усилия на успешное выполнение повышенных социалистических обязательств, принятых в честь XXIУ съезда Коммунистической партии Советского Союза».

Правда, 12 ноября 1970 г.

Предприятия и организации электронной промышленности, борясь за досрочное выполнение заданий текущей пятилетки и выполняя социалистические обязательства, досрочно, к 7 сентября, выполнили пятилетний план по объему производства. К 53-й годовщине Октября были подведены итоги работы предприятий отрасли. За наиболее высокие производственные и технико-экономические показатели 5 предприятиям присвоено переходящее Красное знамя Совета Министров СССР и ВЦСПС, 8 предприятиям - переходящее Красное знамя МЭП и ЦК профсоюзов рабочих радио- и электронной промышленности, 8 предприятиям присуждено второе классное место по Министерству, 18 предприятиям - третье место. Кроме того, отмечена хорошая работа еще 17 предприятий. Успешно завершив выполнение заданий пятилетки, коллективы предприятий электронной промышленности развернули широкое социалистическое соревнование за выполнение повышенных обязательств, принятых в честь XXIУ съезда КПСС. Соревнование направлено на достижение наивысшей производительности труда на каждом рабочем месте. Взят курс на минимальные затраты трудовых и материальных ресурсов.

В.И.Ленин указывал на необходимость строжайшего режима экономии, учил беречь каждый рубль, каждую копейку. Сейчас проблема экономии и бережливости приобретает все большее значение, так как даже небольшие потери, помноженные на масштабы страны, становятся весьма ощутимыми.

Широкие массы общественности привлекаются к решению проблем организации труда и производства: проводятся смотры резервов производства, устраиваются рейды по цехам и подсобным службам, создаются комиссии содействия техническому прогрессу. Борьба за соблюдение трудовой и производственной дисциплины приносит большой экономический эффект.

В социалистических обязательствах, принятых коллективами и отдельными производственниками отрасли в честь XXIУ съезда партии, особое внимание уделено снижению себестоимости продукции и повышению ее качества главным образом за счет широкой

механизации и автоматизации производственных процессов, совершенствования организации производства и труда, более рационального использования действующих производственных мощностей и рабочего времени. «Рабочей минуте - строгий счет» - под таким девизом работают многие предприятия отрасли.

Проводимая в отрасли хозяйственная реформа открыла неограниченные возможности для проявления творческой инициативы в решении производственных задач. Трудящиеся отрасли борются за звание «Коллектив коммунистического труда» и «Предприятие высокой культуры и организации труда». Возросло количество рационализаторских предложений и изобретений, внедрение которых позволит получить значительную экономию государственных средств. Только на одном из объединений отрасли к открытию съезда будет внедрено 1500 рационализаторских предложений, 21 изобретение и разработано 50 изобретений, что даст экономию около миллиона рублей.

Выполнение взятых обязательств во многом зависит от скорейшего освоения новой техники, внедрения прогрессивных технологических процессов, повышения темпов реконструкции предприятий и других факторов.

Живое творчество масс обогащает практику соревнования новыми разнообразными формами. На заводах отрасли развернулась борьба за выполнение личного задания по росту производительности труда, принимаются повышенные социалистические обязательства в честь съезда КПСС. Началось соревнование цехов и бригад за право называться коллективом имени ХХIУ съезда. Сдача продукции с первого предъявления, работа с личным клеймом, борьба участков и бригад за звание «Отличник качества», выпуск изделий со Знаком качества - такие задачи поставили перед собой многие коллективы отрасли.

Сейчас в отрасли выпускается 137 изделий со Знаком качества. Только на одном из заводов электронных приборов 123 рабочих завоевали право работать и сдавать продукцию с личным клеймом. На другом заводе 97,8% рабочих сдают продукцию с первого предъявления.

Партийные организации коллективов предприятий отрасли помогают распространять передовой опыт, продуманно руководят социалистическим соревнованием за ускорение технического прогресса. Этим вопросам посвящаются собрания партийных организаций, активов.

Большое внимание уделяется гласности соревнования. Сейчас применяются различные формы наглядного отображения хода и результатов социалистического соревнования. На ряде заводов созданы специальные школы коммунистического труда, где изучается опыт ветеранов и новаторов труда, устраиваются конференции, на которых выступают передовые производственники, проводятся семинары, лекции и беседы о передовом производственном опыте и научной организации труда.

В авангарде социалистического соревнования за достойную встречу съезда партии идут передовики производства. Коллектив участка имени 50-летия Великого Октября одного из заводов электровакуумных приборов наметил выпустить ко дню открытия съезда 1400 запасных деталей штампов для производства металлозаготовок к цветным кинескопам, ударники коммунистического труда шлифовальщик Н.Воронцов, слесарь Ю.Бесков, токарь М.Федотов и другие успешно трудятся над выполнением принятых обязательств, сдавая продукцию только с наивысшей оценкой. «Ни одного дня без экономии!» - с таким починком выступил коллектив цеха телевизионных кинескопов. В цехе налажен строгий учет каждой детали, каждой минуты свободного времени. На 1 сентября сборщики кинескопов сберегли различных материалов на 67 тыс.руб.

Намотчицы одного из трансформаторных заводов Н.Щедрина и Г.Иванова обязались выполнить годовую производственную норму за восемь месяцев и один день отработать на сэкономленном материале.

Фрезеровщик одного из заводов радиокомпонентов, ударник коммунистического труда А.Солдатов принял обязательство последние

два дня пятилетки и день открытия XXIV съезда партии отработать на сэкономленной электроэнергии, режущем инструменте и металле. За успехи в социалистическом соревновании А.Солдатов награжден Почетной Грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР.

Все большей популярностью пользуются конкурсы на звание «Лучший по профессии» в цехе, на заводе, в объединении, отрасли. В 1970 г. по итогам работы за 1969 г. звание «Лучший по профессии» в отрасли присвоено 175 человекам.

И.Пашкова работает на трансформаторном заводе четвертый год. Благодаря добросовестному отношению к порученному делу, настойчивости и трудолюбию она быстро овладела двумя профессиями: намотчицы и монтажницы. И.Пашкова систематически выполняет нормы выработки на 130-140%, всю продукцию сдает отличного качества. В день 50-летия ВЛКСМ за трудовые успехи она награждена значком ЦК ВЛКСМ «Лучший молодой производитель». На заводе ей присвоено звание «Лучший рабочий».

П.Царюк удостоен почетного звания «Лучший мастер завода радиодеталей». Коллективу, которым он руководит, присвоено звание «Коллектив высокой производительности труда».

И.Лебедева работает на предприятии более 15 лет. За это время она отлично освоила несколько рабочих профессий. Значительно перевыполнила нормы, И.Лебедева за 10 месяцев выполнила годовое задание и к 1 ноября 1969 г. закончила пятилетку. С честью носит она звание «Лучшая прессовщица» цеха и предприятия.

«Лучшая штамповщица» К.Кирамова и «Лучший инженер-технолог» электронной промышленности В.Т.Куварзина более 15 лет трудятся на заводе радиокомпонентов. К.Кирамова выполнила личную пятилетку в сентябре прошлого года. Она в совершенстве освоила гибочную, врубную и пуклевочную операции штамповки. В.Куварзина - активный рационализатор, принимает большое участие в общественной жизни коллектива, является членом цехкома. Ей присвоено звание «Ударник коммунистического труда».

Социалистическое соревнование - отличная школа воспитания масс, мобилизации их трудовой активности. Большой опыт организации соревнования накоплен в ходе подготовки к 100-летию со дня рождения В.И.Ленина. В руководстве соревнованием за достойную встречу XXIV съезда необходимо широко опираться на этот опыт, рассматривая предсъездовское соревнование как продолжение юбилейной ленинской трудовой вахты.

*В.М.БОЛЬШАКОВ, Н.П.БОРИСОВ,
М.К.КАЗАКОВА, С.Я.ТУЛЬЧИНСКИЙ*

повышение термостойкости сварных соединений ЭВП

Термостойкость сварных соединений можно повысить в сотни раз путем легирования металла шва специальными сплавами, предложенными в данной статье.

Надежность сварных соединений электровакуумных приборов обусловлена в основном их способностью сохранять вакуумную плотность в процессе высокотемпературных технологических работ, проводимых на стадии изготовления приборов (ступенчатых паек, обезгаживаний и т.д.).

Широко применяемый в настоящее время способ сварки, основанный на формировании сварного шва оплавлением металла кромок соединяемых элементов дугой, не обеспечивает предъявляемых к сварным соединениям требований надежности по вакуумной плотности.

Проведенные исследования работоспособности сварных соединений меди позволяют сделать вывод о том, что причины нарушения вакуумной плотности связаны с несовершенством кристаллической структуры металла шва, а также с высокой подвижностью микродефектов в швах при термомеханических нагрузках. Металл шва может становиться хрупким также вследствие повышенного содержания в нем кислорода.

С целью повышения прочности в металл швов вводили присадочные материалы (табл.1) Исходными материалами для изготовления сплавов служи-

Химический состав исследуемых присадочных материалов на основе меди, вес. %

Номер сплава	Mn	Si	Cr	Ti	Al	Fe	Ni	B	Sn	Zr	Ce
1	0,53	0,33	0,23	0,001	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,68	0,76
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,82	—
4	0,30	0,19	0,01	—	—	—	—	—	—	1,54	—
5	—	—	—	—	—	0,06	0,7	—	—	0,24	—
6	—	0,42	0,68	—	—	—	8,77	—	—	0,09	—
7	0,29	0,11	—	—	—	0,39	—	—	0,47	—	—
8	—	—	—	0,05	0,12	—	—	—	—	—	—
9	0,85	2,77	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	0,26	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	0,07	—	—	—
13	—	—	0,08	—	—	—	—	—	—	1,92	—
14	0,57	0,36	0,67	0,012	—	—	—	—	—	—	—
17	0,77	0,34	0,6	0,014	0,11	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	0,1	—	—	—	0,03	—	—	—
19	—	—	—	1,02	—	—	2,6	—	—	—	—
204	—	—	0,37 (с добавками ниобия)	—	—	—	—	—	—	—	—

ли бескислородная медь марки МБ и соответствующие лигатуры. Плавка велась в кварцевых тиглях с нагревом в высокочастотном индукционном контуре, с защитой металла от окисления аргоном. Разливка металла производилась в подогретые до 250–300°C металлические стержневые изложницы. В связи с повышенной окисляемостью на воздухе сплавы, содержащие Zr, Ce, выплавляли и разливали в керамические формы в вакууме. Переработка отлитых прутков в проволоку диаметром до 1,0 мм выполнялась с промежуточными отжигами в водородной печи при температуре 800°C с выдержкой 20 мин. Межоперационная степень деформации прутков при обработке составляла 10–15%.

Исходя из специфических особенностей технологического цикла изготовления электровакуумных приборов и требований, предъявляемых к сварным соединениям меди, присадочные материалы для проведения исследований отбирались по следующему комплексу характеристик: минимальное образование пор и горячих трещин при сварке; незначительное окисление металла шва; высокая термостойкость сварных соединений в условиях высокотемпературной газовой коррозии; повышенная прочность металла шва.

Технологическая прочность металла швов, выполненных с использованием различных присадочных материалов (доля участия присадочного металла в сварном шве составляет 40–45%), оценивалась по разработанной методике [1]. Установлено, что склонность к образованию трещин в металле

шва резко повышается при использовании в качестве присадочных металлов сплавов 4, 7, 14 и 16. По степени возрастания склонности к образованию горячих трещин в сварных швах исследуемые сплавы можно расположить в следующем порядке: 6, 13, 5, 9, без присадки, 204, 14, 1, 15, 16, 4, 14, 7. Формирование швов с применением сплавов 2, 3 и 13, имеющих в своем составе цирконий (1–3%), затруднено, а на соединениях по отбортованным элементам вообще невозможно вследствие интенсивного образования окислов, препятствующих сплавлению свариваемых кромок. Поэтому эти сплавы из дальнейших экспериментов были исключены. Окисление металла шва при применении остальных исследуемых присадочных сплавов незначительно и с этой точки зрения не может являться препятствием к их использованию для сварки.

В плоских образцах плотность металла швов определялась рентгенографическим путем. Наиболее интенсивное порообразование наблюдается в сварных швах, выполненных со сплавами 10, 11 и 15, несколько меньшее – в швах, выполненных способом оплавления кромок без присадочного металла, а также с использованием в качестве присадки проволоки из меди марки МБ. Поры в таких сварных соединениях, как правило, располагаются по границам сварного шва.

Легирование металла швов присадочными материалами на основе меди, имеющими в своем составе Al, Mn, Zr, Cr, Si, устраняет образование пор в швах. Положительное влияние ряда леги-

рующих элементов на получение беспористых швов объясняется экранирующим свойством окисных пленок, образующихся на поверхности жидкой ванны, и блокирующим действием легирующих элементов к проникновению газов в металл шва.

Оценка термостойкости сварных соединений производилась на технологических образцах диаметром 100 мм после нагрева до 600°C в камерной печи, на воздухе, путем периодической проверки состояния вакуумной плотности течеискателем. Результаты проверки термостойкости сварных швов, выполненных с различными по химическому составу присадочными материалами (табл.2), свидетельствуют о том, что термостойкость швов, легированных сплавами 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11 и 204, находится на уровне термостойкости швов, выполненных без присадочного материала, или превышает это значение.

Таблица 2

Присадочный материал (номер сплава, марка)	Время до нарушения вакуумной плотности сварного соединения, ч
10	710
Серебро Ср 999,0	650
1	560
7,204	490
2, 4, 8, 11, без присадки	420
Припой ПСр 72, медь МБ	
5, 6, 9	370
18	350
14, 19	210

Применение остальных присадочных материалов показало пониженную термостойкость сварных швов. Сравнительная оценка кратковременной прочности металла швов, выполненных с использованием исследуемых сплавов, проводилась при температуре 650°C на плоских образцах с выкружкой металла по шву. Данные таких испытаний приведены в табл.3.

Предел прочности металла сварных швов меди МБ, выполненных с применением присадочных материалов (температура испытания 600°C)

Номер исследуемого сплава или присадочного металла*	6	14	17	13	4	204	3	1	5	9	19	18	7	10	2	11	8	Припой ПСр 72	Медь МБ	Оплавление кромок
Предел прочности металла шва, кг/мм ²	12,3	10,4	10,4	8,67	7,85	7,45	7,24	6,25	5,45	5,24	5,0	4,7	4,42	4,16	4,02	2,6	2,5	2,14	1,5	1,41

* Химический состав сплавов приведен в табл. 1.

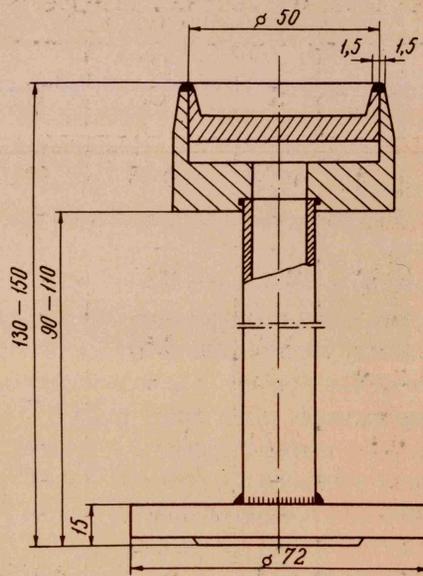


Рис. 1. Общий вид образца для испытаний металла шва на вакуумную прочность

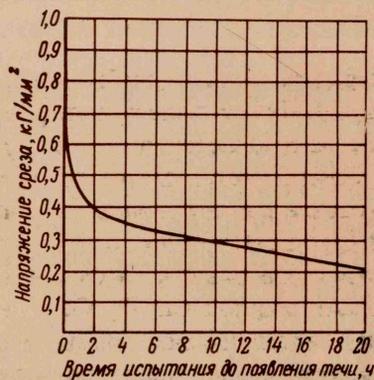


Рис. 2. Влияние уровня напряженного состояния в металле шва меди МБ на вакуумную прочность

Таблица 3

Испытания на длительную вакуумную прочность [2] проводились на полых сварных образцах (рис. 1) с предварительной откачкой их объемов до разрежения порядка $1 \cdot 10^{-7}$ торр нагревом до температуры 650°C и механическим нагружением соединения, обеспечивающим напряжение среза в металле шва $0,2-1,0 \text{ кг/мм}^2$. Испытания прекращали при появлении молекулярных течей через металл образца величиной $1 \cdot 10^{-3} \text{ л} \cdot \text{мм/сек}$. Данным испытаниям подвергались сварные соединения меди, выполненные без применения присадочного металла (путем оплавления дугой кромок соединяемых элементов), с использованием в качестве присадочных металлов ряда сплавов (см. табл. 1), а также сварные соединения, металл шва которых легировался никелем и хромом путем гальванического покрытия кромок, подлежащих сварке, и путем закладки фольги никеля, серебра и припоя марки ПСр72 в зазор между свариваемыми кромками.

Испытания сварных соединений меди МБ, выполненных способом оплавления кромок, проводились в интервале нагружения швов при напряжении среза $\tau_{\text{ср}} = 0,2 \div 0,65 \text{ кг/мм}^2$. При этом время до начала нарушения вакуумной плотности соединений определялось по ухудшению состояния вакуума в образце и путем периодической проверки вакуумной плотности образца течеискателем. Вакуумная прочность металла швов, полученных способом оплавления кромок, теряется через 3-5 мин при уровне напряжения среза $0,65 \text{ кг/мм}^2$. При напряжении среза, равном $0,2 \text{ кг/мм}^2$, нарушение вакуумной прочности сварных швов наступает примерно через 20 ч (рис. 2).

Заметное увеличение времени до начала нарушения вакуумной прочности наблюдается у соединений, металл швов которых легирован Cr, Nb, Ti, Zr, Si. Так, например, легирование металла швов сплавами 1, 6, 9, 14 и 204 позволяет увеличить время до нарушения вакуумной прочности соединений, по сравнению со швами, выполненными без легирования металла, в сотни раз (с 3-5 мин до 180 ч). Причем нарушение вакуумной прочности в этом случае связано с началом разрушения основного металла меди МБ по околшовной зоне. Такой характер разрушения не позволил даже относительно выявить работоспособность этих соединений, однако он дал возможность сделать вывод о том, что околшовная зона значительно надежнее металла шва, выполненного способом оплавления кромок, а работоспособность швов, легированных указанными выше сплавами, превышает этот показатель для околшовной зоны. При этом способе испытания выявился большой разброс вакуумной прочности основного металла в зоне термического влияния, что, очевидно, определяется технологией производства и анизотропными свойствами меди МБ.

Результаты сравнительных испытаний сварных соединений меди МБ представлены на рис. 3. Металлографический анализ сварных соединений меди, выполненных с различными присадочными сплавами, показал, что у соединений с повышенной работоспособностью структура металла шва ха-

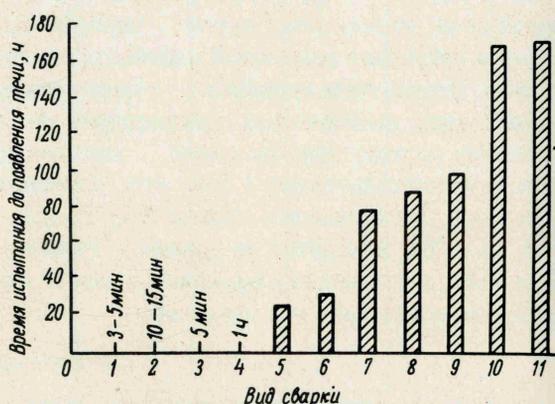


Рис. 3. Вакуумная прочность сварных соединений меди МБ:

- 1 — сварка оплавлением кромок (без легирования металла шва);
- 2 — сварка с присадочной проволокой из меди МБ;
- 3 — сварка по никелевому покрытию кромок (15-20 мкм);
- 4 — сварка с закладкой между свариваемыми кромками никеля толщиной 0,1 мм;
- 5 — сварка-пайка с закладкой серебра Ср 999,0;
- 6 — сварка по хромовому покрытию кромок (15-20 мкм);
- 7 — сварка с присадкой сплава 204;
- 8 — сварка с присадкой сплава 14;
- 9 — сварка с присадкой сплава 9;
- 10 — сварка с присадкой сплава 1;
- 11 — сварка с присадкой сплава 6

актеризуется меньшей величиной зерна, имеющего неправильную форму, что указывает на торможение процесса полигонизации во время кристаллизации металла шва [3]. Предотвращение процесса полигонизации в сварных швах резко увеличивает сопротивляемость металла межкристаллитному разрушению. Кроме того, введение присадочного сплава в сварочную ванночку дает возможность получить большую, чем при сварке способом оплавления кромок, глубину активного сечения металла шва. Характерная микроструктура металлов швов, выполненных способом оплавления кромок и с легированием сплавом 204, приведена на рис. 4.

Приведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

□ Причиной нарушения вакуумной плотности сварных соединений на стадии обезгаживания электровакуумных приборов является необратимое накопление и развитие микродефектов в литой структуре металла шва.

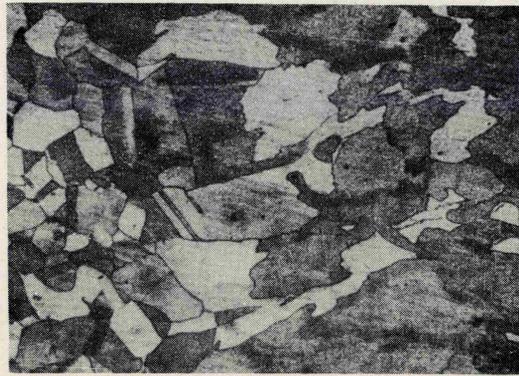
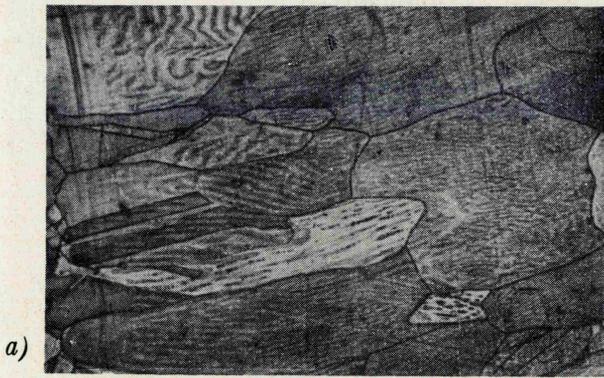


Рис. 4. Микроструктура металла шва меди МБ в состоянии после сварки ($\times 70$):
 а – сварка оплавлением кромок (без легирования металла шва); б – сварка с присадочной проволокой сплава 204

□ Напряженное состояние оказывает решающее влияние на работоспособность сварных соединений. Увеличение напряжения $\tau_{\text{ср}}$ с 0,2 до 0,65 кг/мм² снижает длительность работы шва с 20 ч до 3–5 мин.

□ Легирование металла шва при сварке позволяет повысить продолжительность его работы в сотни раз (с 3–5 мин до 180 ч).

□ При уровне действующего напряжения 0,6 кг/мм² и температуре 650°C основной металл меди МБ в околошовной зоне имеет большой разброс значений работоспособности по времени (от 30 до 180 ч).

□ В качестве присадочного материала для сварки узлов электровакуумных приборов, изготавливаемых из меди, рекомендуется применять сплав 204, серийно выпускаемый промышленностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прохоров Н.Н., Арутюнова Н.Н. Количественная проба для определения технологической прочности металла в процессе кристаллизации. "Автоматическая сварка", 1964, № 7.
2. Борисов Н. П. Авт. свид. № 252689. Кл. 42К. 34/05.Б.И. № 29, 1969.
3. Мовчан Б. А. и др. Новый подход к анализу подвижности несовершенств кристаллической решетки в сплавах. Исследования по жаропрочным сплавам. Т.Х. М., изд-во АН СССР, 1963.

Статья поступила 13 февраля 1970 г.

УДК 621.385:621.791.052


 ЭЛЕКТРОНИКА
 ДЕПОНИРОВАНИЕ

В.И. ДЫКИН

ПРИМЕНЕНИЕ ДИАФРАГМОВЫХ АМОРТИЗАТОРОВ ИЗ ВСПЕНЕННЫХ ПЛАСТМАСС ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ

Статья депонирована в институте «Электроника»
 ДЭ-210, 10 стр., 5 рис.

В статье рассмотрены результаты статических и динамических испытаний диафрагмовых амортизаторов из эластичных и полужестких вспененных пластмасс и показаны преимущества их использования. Получены кривые зависимости перегрузок на объекте от статического давления на диафрагмовые амортизаторы, позволяющие сравнить при ударных нагрузках работу диафрагмовых амортизаторов с работой обычных амортизирующих прокладок.

Приведены примеры конструкции упаковок для среднегабаритных электронных приборов с использованием диафрагмовых амортизаторов.

Для ознакомления с материалами следует обращаться в институт «Электроника» (Москва, В-415, проспект Вернадского, 39, Отдел фондов).

УДК 621.38.019.32:620.17

Применение коротковолнового ИК излучения для терморadiационной сушки полупроводниковых приборов

ЗНАЧИТЕЛЬНО ПОВЫШАЕТ КАЧЕСТВО ВЫПУСКАЕМЫХ ПРИБОРОВ

Проведены исследования сравнительной эффективности сушки $p-n$ переходов германиевых сплавных транзисторов типа П401–П403 конвективным способом и с помощью инфракрасного или ультрафиолетового излучения. Критериями оценки высушенности $p-n$ переходов после травления и промывки выбраны обратный ток коллекторного перехода и коэффициент усиления по току β . Исследовалось большое количество $p-n$ переходов на промышленных терморadiационных установках с соответствующей измерительной аппаратурой. Сушка $p-n$ переходов осуществлялась следующими приборами: УФ излучателем СВД–120А, длина волны максимума излучения которого $0,3 \text{ мкм}$; ИК излучателем КИ–220/1000 с максимумом излучения в области $3\text{--}4 \text{ мкм}$; ИК излучателем ЗС–3 с максимумом излучения в области $1,8\text{--}2,0 \text{ мкм}$ [1–3]. Предварительная обработка $p-n$ переходов (травление и промывка) проводилась одинаково. Время сушки составляло $1,5\text{--}2,5 \text{ ч}$ для $\lambda = 1,8 \div 2,2 \text{ мкм}$; $1\text{--}4 \text{ ч}$ для $\lambda = 3 \div 4 \text{ мкм}$; $2\text{--}4 \text{ ч}$ для $\lambda = 0,3 \text{ мкм}$.

Сушка проводилась в осушенном воздухе с относительной влажностью $\varphi = 10\%$. Затем $p-n$ переходы герметизировались, подвергались токовой тренировке и термовыдержке. Измерения $I_{к.о}$ и β производились после каждой из этих трех операций. Полученные результаты представлены на обобщенных диаграммах и на интегральных диаграммах распределения значений $I_{к.о}$ и β (рис. 1 и 2).

Из рис. 1, а и б видно, что воспроизводимость параметров $I_{к.о}$ и β при сушке коротковолновым ИК излучением ($1,8 \text{ мкм}$) значительно выше по сравнению с остальными видами сушки. Действительно, кривая 3 в обоих случаях имеет более резко выраженный максимум.

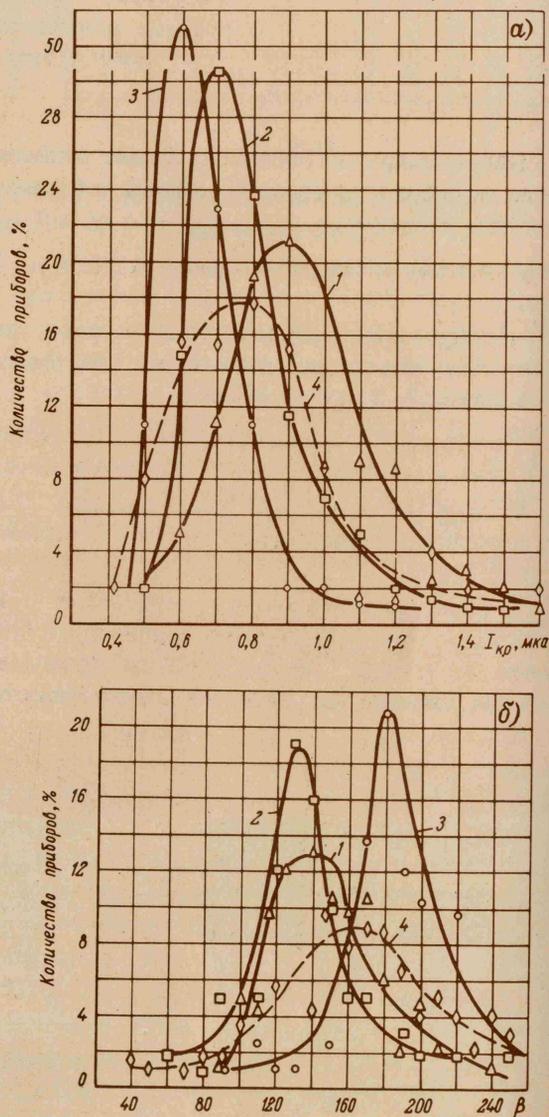


Рис. 1. Диаграмма распределения значений $I_{к.о}$ (а) и β (б) после герметизации приборов П401–П403:

1 – для УФ излучения ($0,3 \text{ мкм}$; 2 ч); 2 – для ИК длинноволнового излучения (4 мкм ; 3 ч); 3 – для ИК коротковолнового излучения ($1,8 \text{ мкм}$; $1,5 \text{ ч}$); 4 – для конвективной сушки (4 ч)

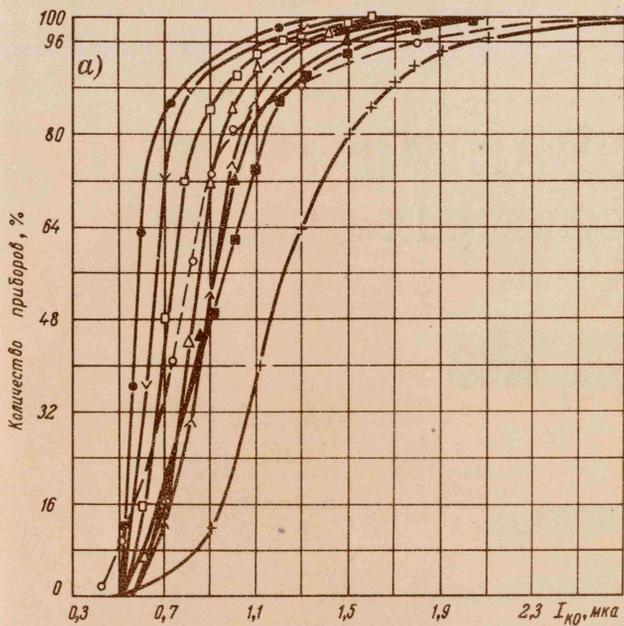
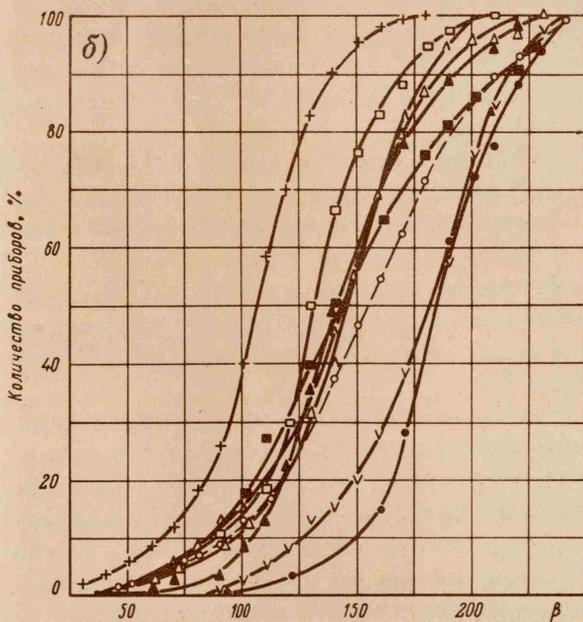


Рис. 2. Интегральная диаграмма распределения значений I_{KO} (а) и β (б) после герметизации приборов типа П401 – П403

- – 1 ч (ИК, 4 мкм)
- △ – 2 ч (ИК, 4 мкм)
- – 3 ч (ИК, 4 мкм)
- ∧ – 4 ч (ИК, 4 мкм)
- – 1,5 ч (ИК, 1,8 мкм)
- ∨ – 2,5 ч (ИК, 1,8 мкм)
- ▲ – 2 ч (УФ, 0,3 мкм)
- + – 4 ч (УФ, 0,3 мкм)
- – 4 ч (конвективная сушка)



Наиболее существенные выводы можно сделать при рассмотрении рис. 2, а и б. Кривые интегрального распределения I_{KO} и β для сушки коротковолновым ИК излучением (1,8 мкм) значительно сдвинуты в сторону малых значений I_{KO} и больших β . Если сравнить три вида терморadiационной сушки, то нетрудно заметить, что количество приборов со значениями I_{KO} не более 0,8 мкА составляет в первом случае 30%, во втором – 71%, в третьем – 95%. Следовательно, сушка $p-n$ переходов германиевых транзисторов типа П401 – П403 коротковолновым ИК излучением (1,8 мкм) увеличивает выход приборов с малыми значениями I_{KO} на 24% по сравнению с сушкой длинноволновым ИК излучением (4 мкм) и на 65% по сравнению с сушкой УФ излучением. Анализ интегральных диаграмм распределения β (см. рис. 2, б) дает аналогичные результаты, подтверждающие эффективность коротковолнового ИК излучения.

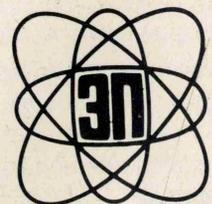
Результаты исследования показали, что сушка $p-n$ переходов ИК излучением более эффективна, чем конвективная или УФ сушка, причем наиболее эффективно коротковолновое ИК излучение (1,8 мкм). Незначительные затраты на модернизацию имеющегося на предприятиях оборудования для сушки или на приобретение новых установок инфракрасной сушки окупаются за счет повышения качества выпускаемых приборов и улучшения экономических показателей производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич В.З. Электрические инфракрасные излучатели, М., Госэнергоиздат, 1963.
2. Лебедев П.Д. Сушка инфракрасными лучами. М., Госэнергоиздат, 1963.
3. Борхерт Р., Юбитц В. Техника инфракрасного нагрева, М.–Л., Госэнергоиздат, 1963.

Статья поступила 23 сентября 1969 г.

УДК 621.382.333.002.2:621.365.4.029.672



ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ, работающего в агрессивных средах



Для выбора защитных покрытий деталей оборудования типа скафандров, внутренняя поверхность которых подвергается постоянному воздействию паров и кратковременному воздействию жидких концентрированных кислот и органических растворителей, испытывались химически стойкие лакокрасочные покрытия на основе эмалей ЭП-718, ФП-734, ОЭП-4171 и ХСЭ-26.

В качестве защитного покрытия на деталях применялась суспензия фторопласта ЗМС, представляющая собой дисперсию порошка фторопласта ЗМ в этиловом спирте. Суспензия наносилась методом распыления по грунту, состоящему из суспензии фторопласта ЗМС, окиси хрома, нитрита дициклогексилamina (7%-ный раствор).

Для предотвращения образования на покрытии трещин, а также для увеличения вязкости в суспензию вводился пластификатор — фторуглеродная гидравлическая жидкость ГЖ-10 ФА. Грунт наносился на поверхность стальных образцов, предварительно обработанных чугушной дробью на дробеструйном аппарате и обезжиренных. Разрыв во времени между операциями дробеструйной обработки и грунтованием не превышал 4 ч.

На основании проведенных испытаний установлено, что максимальная вязкость суспензии и грунта, гарантирующая качественное покрытие, должна быть в пределах 12,0–12,5 сек по ВЗ-4. Максимальная толщина покрытия (200–220 мкм) достигалась при нанесении не менее 16 слоев. Каждый слой оплавлялся при температуре 265–270°C в течение 20–30 мин. Последний слой дополнительно обрабатывался при указанной температуре в течение нескольких часов, чтобы общее время оплавления всех слоев составляло 10 ч. После оплавления покрытие выдерживалось при температуре 170°C в течение 24 ч, а затем подвергалось воздушному охлаждению.

Фторопластовое покрытие устойчиво в паровых и жидких концентрированных кислотах (азотной, плавиковой, уксусной) и органических растворителях (толуоле, изопропиловом спирте, ацетоне, четыреххлористом углероде) при температуре 20–30°C не менее шести месяцев.

Эмали наносились на очищенную дробеструйной обработкой и обезжиренную поверхность образцов. Опыты показали, что надежную и долговечную защиту изделий обеспечивает семислойное покрытие эмалью ЭП-718 (при вязкости 26–30 сек по ВЗ-4) без грунта. Два первых слоя сушились в течение 30 мин при температуре 18–20°C, третий слой после воздушной сушки подвергался термообработке при 150°C в течение 15 мин. Сушка последующих трех слоев проводилась аналогичным способом. Последний слой дополнительно обрабатывался при температуре 200°C в течение 15 мин. Температура повышалась до 150 и 200°C со скоростью 2–3 град/мин.

Семислойное покрытие эмалью ЭП-718 (180–200 мкм) устойчиво в толуоле, изопропиловом спирте, четыреххлористом углероде и уксусной кислоте.

Образцы покрывали эмалью ХСЭ-26 по грунту ХС-010 в два слоя с последующим перекрытием слоем смеси эмали ХСЭ-26 с лаком ХСЛ в соотношении 1:1.

Образцы, покрытые эмалью ХСЭ-26, выдержали испытания в течение шести месяцев в концентрированной азотной кислоте. В уксусной и плавиковой кислотах покрытия разрушаются после десяти суток, поэтому такое покрытие не может быть рекомендовано для работы в указанных средах при эксплуатации на длительный срок.

Результаты испытаний показали, что покрытие на основе фторопластовой эмали ФП-734 оказа-

Физико-химические свойства покрытий

Показатели	ЗМ	ЭП-718		ХСЭ-26	ФП-734
Толщина покрытия, мм	200	100	200	150-170	200
Сплошность по ЛКД-1	Полная	Полная	Полная	Полная	Полная
Адгезия по методу решетчатого надреза	Хорошая	Хорошая	Удовлетворительная	Хорошая	Удовлетворительная
Прочность при ударе (У-1а), кг/см	50	50	50	50	50
Прочность при изгибе (эластичность) по ШГ-1, мм	1	30	30	1	1
Эластичность по Эриксену, мм	10,6 (до разрыва металла)	1	1	5-6	5-6

Таблица 2

Химическая стойкость покрытий после испытаний

Среда*	Концентрация, %	Фторопласт ЭМ-С			Эмаль ЭП-718		
		Продолжительность испытаний, сутки	Сплошность по ЛКД-1	Изменение внешнего вида	Продолжительность испытаний, сутки	Сплошность по ЛКД-1	Изменение внешнего вида
Плавиковая кислота	47	100	Полная	Без изменений	10	Неполная	Отслаивание
Азотная кислота	65	180	"	"	10	"	"
Уксусная кислота	100	200	"	"	200	Полная	Без изменений
Изопропиловый спирт	100	200	"	"	200	"	"
Четыреххлористый углерод	100	200	"	"	200	"	"
Толуол	100	200	"	"	200	"	"
Ацетон	100	200	"	"	10	Неполная	Отслаивание

Среда*	Концентрация, %	Эмаль ХСЭ-26			Эмаль ФП-734			Эмаль ОЭП-4171		
		Продолжительность испытаний, сутки	Сплошность по ЛКД-1	Изменение внешнего вида	Продолжительность испытаний, сутки	Сплошность по ЛКД-1	Изменение внешнего вида	Продолжительность испытаний, сутки	Сплошность по ЛКД-1	Изменение внешнего вида
Плавиковая кислота	47	10	Неполная	Отслаивание	10	Неполная	Отслаивание	10	Неполная	Набухание
Азотная кислота	65	200	Полная	Без изменений	10	"	"	10	"	"
Уксусная кислота	100	10	Неполная	Отслаивание	10	"	"	10	"	"
Изопропиловый спирт	100	Не испытывалась			200	Полная	Без изменений	10	"	"
Четыреххлористый углерод	100	"	"	"	10	Неполная	Отслаивание	10	"	"
Толуол	100	"	"	"	10	"	"	90	Полная	"
Ацетон	100	"	"	"	10	"	"	10	Неполная	"

* Химическая стойкость покрытий в парах, указанных в таблице агрессивных сред, практически не отличается от стойкости их в жидких средах.

лось нестойким во всех испытанных средах, кроме изопропилового спирта. Через десять дней после начала испытаний пленка покрытия отслоилась от

подложки, внешне не разрушаясь, в результате плохой адгезии эмали с грунтом. Эмаль ОЭП-4171 также не может быть рекомендована для покры-

тия изделий, работающих в концентрированных кислотах и органических средах.

Качество покрытий определялось по следующим показателям: толщине, сплошности, адгезии, эластичности, прочности на удар (табл.1).

Толщина покрытия определялась магнитным толщиномером ИТП-1; сплошность — электроконтактным дефектоскопом ЛКД-1; адгезия — методом решетчатого надреза; эластичность — методом Эриксона и по шкале гибкости ШГ-1; прочность покрытия на удар — прибором У-1.

Для испытания на химическую стойкость отбирались образцы со сплошным покрытием толщиной 180–200 мкм (образцы из стали-3 имели форму пластин размером 70 x 70 x 2,5 мм или форму цилиндров диаметром 15 мм и длиной 90 мм). Образцы на специальных держателях подвешивались в эксикатор, заполненный соответствующей агрессивной средой. Для таких агрессивных сред, как ацетон, толуол, изопропиловый спирт, уксусная кислота, четыреххлористый углерод, использовались держатели, изготовленные из стеклотекстолита; для агрессивной среды из азотной кислоты использовался держатель, изготовленный из фторопласта-4. Испытания с плавиковой кислотой проводились в полиэтиленовых сосудах. Образцы крепились на крышке сосуда на фторопластовой ленте. Места стыка крышки и корпуса сосуда обра-

батывались липкой полиэтиленовой лентой и заливались парафином. Образцы, проходившие испытания в азотной кислоте, также подвешивались на фторопластовой ленте. В остальных случаях в качестве подвесок использовались крючки из нержавеющей стали.

При каждом испытании покрытия на сплошность требовалось зачищать отверстия образцов до металлической поверхности, поэтому в период дальнейших испытаний на химическую стойкость эти отверстия изолировались. Для изоляции отверстий образцов, испытываемых в органических растворителях (ацетоне, изопропиловом спирте, четыреххлористом углероде, толуоле), применялась эпоксидная шпаклевка ЭП-00-10 с последующей заливкой парафином; для образцов, испытываемых в кислотах, — эмаль ХСЭ-26 с последующим парафинированием. Стойкость покрытия к различным химическим средам оценивалась по изменению внешнего вида и сплошности образца (табл.2). Осмотр внешнего вида покрытия и проверка его сплошности проводились в первый месяц через каждые 10 суток, а в последующие месяцы — один раз в месяц. Испытания продолжались 6–7 месяцев.

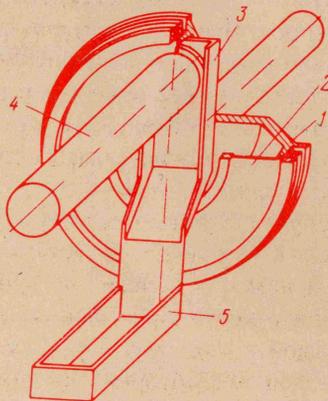
Статья поступила 13 мая 1969 г.

УДК 667.6:621.38.002.5

А.И.ГОРЕЛИКОВ,
Н.М.СУДАК

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКОВ ДЛЯ РЕЗКИ

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ АЛМАЗНЫМИ ДИСКАМИ



Расположение секторного ограничителя в патроне

При работе на алмазно-отрезных станках ЖК 10-08, 2405 и Staxs можно обрабатывать полупроводниковые и стеклокерамические заготовки только определенной длины. Ограничение длины заготовок и необходимость в приклеивании их к оправке определяются конструкцией патрона для крепления алмазных дисков.

Для резки полупроводниковых слитков без дополнительного приклеивания предлагается оригинальное зажимное устройство*. В полость патрона 1 через отверстие алмазного диска 2 введен секторный ограничитель 3. Выставление заготовки 4 производится ходом стола "к патрону". Отрезанная заготовка выводится из вращающейся полости патрона и направляется секторным ограничителем в приемник 5. Для предотвращения попадания отрезанных заготовок во вращающуюся зону патрона зазор между стенками секторного ограничителя и алмазным диском должен быть меньше толщины отрезаемых деталей. Внутренние стенки секторного ограничителя и приемника армируются амортизирующей пленкой для предохранения деталей от сколов. Секторный ограничитель расположен вертикально, поэтому существующие станки необходимо оснащать вертикальным суппортом. Можно использовать существующую кинематику суппортов без изменения; но для этого секторный ограничитель необходимо расположить наклонно таким образом, чтобы отрезанные заготовки скатывались по боковой стенке.

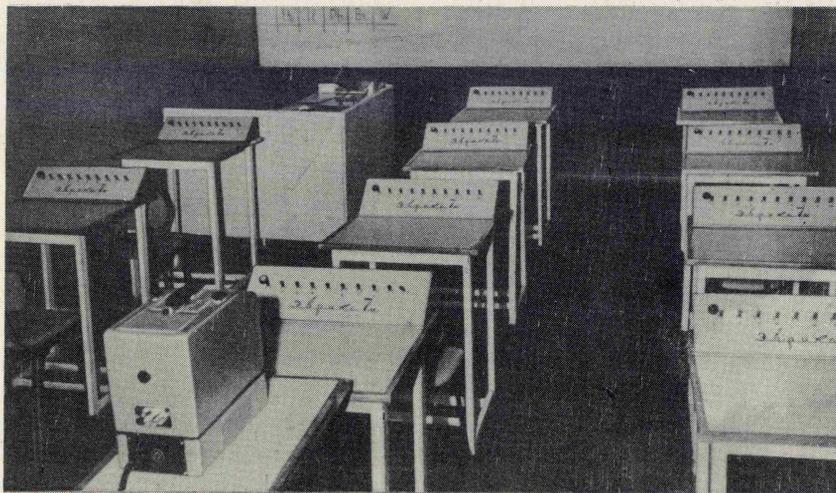
На модернизированных станках увеличивается жесткость крепления заготовок, что уменьшает вибрацию и повышает точность реза на 0,01 – 0,02 мм при толщине режущей кромки круга 0,18 мм.

Применение "свободного реза" заготовок позволяет автоматизировать процесс резки. Срок работы инструмента при стабильной ширине реза возрастает на 15–20%.

При работе на модернизированных станках подготовительно-заключительное время сократилось на 60–70%.

* Френкель Ш.Т., Гореликов А.И. Авт.свид. 211674 "Станок для резки полупроводниковых материалов".

УДК 621.921.34.025



В.П. НАЗАРЕНКО, Г.Е. СКНАРИН

Эвристическое программированное обучение на заводе

ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЧЕТВЕРТЫМ УРОВНЕМ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ, ВСЛЕД ЗА ЛИНЕЙНЫМ, РАЗВЕТВЛЕННЫМ И АДАПТИВНЫМ

На предприятии разработана и внедрена новая форма обучения рабочих кадров — эвристическое программирование с применением технических средств, основанное на создании индивидуального управляемого процесса, приводящего к проблемной ситуации. Основой такого процесса являются специальные правила — эвристики, которыми пользуется учащийся для выбора окончательного решения.

Примененная на заводе система обучения содержит следующие структурные элементы: программированный материал, программы контроля и систему, реализующую управление процессом обучения и создающую проблемную ситуацию.

Доза программированного материала на два учебных часа три—четыре страницы печатного текста с рисунками. Она представляет собой систему логически упорядоченных фактов, понятий и заключений.

Программы контроля как структурный элемент системы эвристического программирования, с одной стороны, являются органическим продолжением программированных текстов и управляют процессом их усвоения, с другой, — неотъемлемой частью системы, реализующей управление и создающей проблемную ситуацию. Они выполняются в форме десяти автономных или логически связанных суждений (высказываний). Часть суждений верна, часть — нет.

Система, реализующая управление процессом обучения и создающая проблемную ситуацию, состоит из пультов обучающихся и преподавателя. Десять ключей КТРО-1 каждого пультя обучающихся соединены с десятью ключами КТРО-1 пультя преподавателя, что дает возможность кодировать ответ учащегося. При правильном ответе учащегося на вопрос на пульте преподавателя загорается лампочка под номером ключа, соответствующего номеру вопроса программы. Если на все вопросы даны правильные ответы, то загорается лампочка на пульте обучающегося. При неправильном ответе лампочка на пульте учащегося не загорается. Учащийся не знает, где допущена ошибка, и различными приемами пытается ее обнаружить. В это время преподаватель видит ошибки учащегося и контролирует усвоение учащимся темы.

В процессе обучения учащиеся могут применять три группы приемов поиска ошибок. Первая группа — общие приемы: обращение к преподавателю, обращение к тексту, обращение к другому учащемуся, обращение к собственному суждению. Вторая группа — приемы, которые обучающийся применяет в собственном суждении к изучаемой системе в целом: проверка системы "Сначала", расчленение этой системы на части. Третья группа — приемы, которые обучающийся применяет к элементам системы: что требует элемент, что имеется, было ли что подобное и каково совпаде-

ние, нельзя ли изменить элемент и как изменится условие.

Система эвристического программирования была апробирована в экспериментальном учебном классе, состоящем из десяти индивидуальных рабочих мест, оборудованных обучающими устройствами типа "Эврика-7м" с центральным пультом преподавателя. В результате были намечены методические направления и дальнейшие пути развития эвристического программирования, проверены на практике программированный материал и программы контроля, изучены эффективность нового метода и его влияние на процесс производства.

Вначале предусматривалось совмещение традиционной формы обучения с новым методом, т.е. объяснение материала темы преподавателем с последующей работой на обучающих устройствах (каждый обучающийся снабжался программированным текстом и контрольно-обучающими программами). Но в дальнейшем наиболее целесообразной оказалась работа только на обучающих устройствах под руководством инженера-преподавателя, выполняющего роль консультанта. Программированные тексты, содержащие сложный учебный материал, соответствующий специфике производства, были составлены в компактной форме с расчетом на небольшое число учебных часов, отведенных на обучение.

Программы контроля программированных текстов представляют собой суждения. Например: *"При резке слитка кремния на пластины алмазными дисками применяется абразивная суспензия"*. Суждения, с одной стороны, являются более категоричной формой собеседования с обучающимися и первоначально вынуждают на безоговорочное согласие, но самые первые шаги зарождают в сознании сомнение и побуждают на формирование своего собственного мнения, возможно, очень далекого от истины, но своего. Рождается конфликт: сталкиваются два мнения (суждение программы преподавателя и суждение учащегося). Могут быть только два исхода конфликтной ситуации: суждения совпадают и конфликт разрешается, в противном случае — ситуация обостряется. С другой стороны, не исключено, что в процессе работы над программой обучающийся может иметь суждения, которые верны, но точка зрения не совпадает с точкой зрения преподавателя. Например: *"Слитки кремния перед резкой можно крепить зажимами"*. Слитки можно крепить и зажимами, но есть более эффективные методы крепления, которые преподаватель излагает в тексте. Именно текст является критерием суждений преподавателя. Точку зрения преподавателя и должен найти учащийся. При этом он убеждается в относительности суждений и, следовательно, знаний.

Таким образом, собеседование с учащимися при помощи суждений является не только категоричной, но и деликатной формой общения преподавателя и ученика, что стимулирует развитие инди-

видуальности учащегося и, в конечном результате, является необходимым условием для пробуждения творческого мышления. Приемы, которые применяет учащийся при работе над программой, есть не что иное, как эвристики, т.е. такие действия людей, которые приводят кратчайшим путем к решению задачи.

Применяемые программы могут быть не только контрольно-обучающие, но и контрольно-оценочные.

Контроль знаний при обучении является формой управления психическим состоянием учащихся. Момент оценки, как и любой другой момент принятия решения, является самым важным, сложным и критическим моментом, который до крайности обостряет конфликтную ситуацию между преподавателем и учеником. Преподаватель, понимая всю сложность ситуации, не всегда рискует выражать оценку в конкретно установленном значении, в баллах — 2, 3, 4 и 5. Он подчас старается дать ученику общую характеристику знаний. Могут быть крайности и противоположного характера, когда преподаватель оценивает каждое слово учащегося. Они чаще всего проявляются у преподавателей с малым опытом и тем более у инженеров-преподавателей, не имеющих педагогической подготовки.

Критерием оценки знаний контрольно-оценочными программами при эвристическом методе обучения является количество правильных ответов в установленный преподавателем промежуток времени по следующей шкале: при десяти верных ответах — 5; девяти — 4; восемью — 3; от одного до семи — 2.

Эвристическое программирование является, по всей вероятности, четвертым уровнем развития программирования в учебном процессе, вслед за линейным, разветвленным и адаптивным. Метод сохраняет такие достоинства, как высокая степень организации, самостоятельность и индивидуальность, присущие трем предыдущим уровням программированного обучения, но вносит и свое, особенное: продуктивное начало. Он пробуждает, тренирует и развивает критическое мышление, которое ускоряет процесс совершенствования личности не формально, а практически, так как упрощается доступ к сложным знаниям. В условиях производства грамотность и воспитанность человека выступают в стремлении повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции. Произведенный на предприятии экономический расчет показал, что у рабочих, обученных данным методом, в результате повышения качества работы процент годных приборов увеличился на 5,3%, а производительность труда — на 10%. При этом себестоимость тысячи приборов уменьшилась с 250 до 214 условных рублей.

Статья поступила 17 декабря 1969 г.

УДК 658.386.681.31.06

XXIII съезд КПСС, определивший коренные задачи развития народного хозяйства СССР в текущем пятилетии, подчеркнул первостепенное значение ускорения научно-технического прогресса как одного из главных средств повышения эффективности производства.

В борьбе за ускорение темпов научно-технического прогресса важная роль принадлежит электронной промышленности, являющейся в настоящее время ведущей отраслью народного хозяйства страны. Интенсивное развитие электронной техники, внедрение в производство последних научных достижений, освоение сложных технологических процессов, широкая автоматизация производственного управления – все это предъявляет новые, повышенные требования к культурно-техническому уровню и производственной квалификации работников электронной промышленности.

В связи с этим огромное значение придается народным университетам, призванным формировать марксистско-ленинское мировоззрение трудящихся, вооружать рабочих, инженеров, техников научно-техническими и экономическими знаниями. Народные университеты отлично дополняют существующую систему производственно-технического обучения, способствуют укреплению творческого содружества работников науки и производства. Коммунистическая партия уделяет народным университетам постоянное внимание.

Одним из проявлений заботы партии о народных университетах явилось постановление ЦК КПСС от 8 октября 1968 г. "Об улучшении работы народных университетов", в котором дана высокая оценка этой форме образования и определены пути дальнейшего ее совершенствования.

В целях обеспечения выполнения Постановления ЦК КПСС в июле 1969 г. коллегия Министерства совместно с ЦК профсоюза рабочих радио- и электронной промышленности приняли обращение ко всем руководителям предприятий, партийных, профсоюзных и комсомольских организаций, призывающее расширить сеть народных университетов, активнее привлекать к обучению в них рабочих, инженерно-технических работников, служащих и особенно молодежь. Большое внимание в этом документе уделяется вопросам дальнейшего улучшения учебно-воспитательной работы в народных университетах, укрепления их учебно-материальной базы, повышения качества преподавания.

В ответ на это обращение по всей отрасли проводятся мероприятия по выявлению того, что уже сделано и что предстоит сделать в этом направлении. В настоящее время в системе Министерства действует 17 народных университетов и 2 филиала от Ленинградского правления НТО радиоэлектроники им. Попова. Общее число слушателей составляет 5494 человека. По профилю обучения народные университеты Министерства подразделяются на университеты научно-технических и экономических знаний, университеты культуры, правовых знаний и военно-патриотического воспитания.

Специальный курс лекций знакомит слушателей с различными отраслями знаний, раскрывает роль науки как одной из важнейших производительных сил общества. Лучшему усвоению материала в значительной мере способствуют регулярно проводимые семинары, практические занятия, экскурсии, встречи с учеными и новаторами производства, просмотр кинофильмов.

Примером целенаправленной и хорошо организованной работы является народный университет технико-экономических знаний при одном из заводов эле-

ктровакуумных приборов, где теоретические занятия тесно связаны с практикой. На заводе два факультета: технический и экономический. Занятия ведутся по группам. Программа занятий составляется дифференцированно, в зависимости от того, для кого она предназначена. Если, например, для технологов читается лекция на тему "Обеспечение взрывобезопасности ЭЛТ", то для экономистов — на тему "Методика калькулирования затрат и установления оптовых цен на продукцию завода", для рабочих — "Технологические потери и пути снижения потерь". Лекции в университете читают руководящие работники предприятия, передовики производства, ведущие ученые страны: доктор экономических наук профессор Татур С.К., кандидат экономических наук Власов В.И. и др. Работе с преподавательскими кадрами на заводе уделяется большое внимание. Лекторы регулярно посещают семинары и конференции, проводимые ГК КПСС, а также городским и районным отделениями общества "Знание". Лекторская группа обеспечивается необходимой литературой и справочными материалами. Поэтому подготовка занятий систематически улучшается.

На практических занятиях народного университета глубоко анализируется опыт работы предприятия в новых условиях планирования и экономического стимулирования. Слушатели университета принимают самое деятельное участие в работе семинаров, теоретических конференций. Интересно и оживленно прошла, в частности, конференция на тему "Экономическая реформа в действии", на которой был поднят большой конкретный разговор о том, что дала новая система планирования и материального стимулирования, какие резервы еще не использованы и каковы пути их быстрее использования. Мнения и предложения участников конференции на заводе тщательно изучались.

Курс занятий в университете рассчитан на два года. По окончании университета слушатели представляют выпускные работы, в которых нередко содержатся ценные предложения. Многие из предложений уже внедрены в производство с большим экономическим эффектом.

На примере только одного завода электровакуумных приборов видно, насколько занятия в народном университете способствуют повышению творческой активности трудящихся, мобилизуя их инициативу на успешное решение сложных производственных задач, побуждая их изыскивать пути снижения себестоимости продукции, экономии сырья и материалов, повышения производительности труда. Слушатели университета умело применяют полученные теоретические знания в своей практической деятельности, что послужило немалым вкладом в досрочное завершение предприятием пятилетки в августе 1970 г. по всем основным показателям. Около четырех тысяч работников выполнили свои личные пятилетние задания за четыре с половиной года.

Опыт завода электровакуумных приборов, разумеется, не единственный. Можно назвать и другие предприятия, на которых постоянно действующие народные университеты оказывают активную помощь в деле повышения научно-технических знаний трудящихся.

1970 год — год особенный, год ленинского юбилея. Готовясь к достойной встрече 100-летия со дня рождения В.И.Ленина, народные университеты Министерства электронной промышленности включились во Всесоюзный общественный смотр. Главной задачей смотра было расширение пропаганды ленинского идейно-теоретического наследия. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И.Ленина в учебный план университетов были включены Ленинские чтения на такие темы, как: "Основные ленинские положения по организации хозяйственного расчета", "Указания В.И.Ленина по повышению роста производительности труда". Победители смотра награждены дипломами "Лучший народный университет России".

Положительный опыт работы народных университетов закрепляется и совершенствуется. Однако имеется еще немало трудностей и недостатков, с которыми предстоит упорно бороться. Сеть народных университетов развивается неравномерно. Возможности, имеющиеся для их организации, используются

недостаточно. Не получили еще широкого распространения университеты исторических наук, политической экономии, философии, правовых знаний. Среди слушателей мало рабочих, особенно молодежи. Учебные планы и программы зачастую составляются без учета общеобразовательной и специальной подготовки слушателей, их профессиональных и возрастных особенностей. Не всегда уделяется должное внимание качеству преподавания, подбору и подготовке лекторско-преподавательского состава. Немало еще читается лекций, далеких по своему содержанию от насущных задач предприятия, например, в области планирования и экономического стимулирования.

Всем нам хорошо известны слова В.И.Ленина о том, что "во всякой школе самое важное — идейно-политическое направление лекций. Чем определяется это направление? Всецело и исключительно составом лекторов . . . Никакой контроль, никакие программы и т.д. абсолютно не в состоянии изменить того направления занятий, которое определяется составом лекторов" (Полн. собр. соч., т.47, стр.194). В народных университетах состав лекторов, уровень их подготовки приобретает особое значение, так как именно от качества занятий, от того, насколько они интересны и содержательны, в первую очередь зависит количество слушателей. Поэтому в отрасли делается все возможное, чтобы привлечь для проведения занятий лучшие научные силы, наиболее опытных специалистов по различным отраслям знаний.

Сейчас, продолжая вахту ленинского юбилейного года, советский народ с воодушевлением готовится к встрече XXIV съезда КПСС. Большие задачи стоят и перед народными университетами. Нужно еще более активизировать пропаганду достижений страны в развитии экономики, науки, техники и культуры, всемерно повысить действенность теоретических знаний. В настоящее время необходимо сосредоточить все усилия на дальнейшем совершенствовании методики преподавания. При составлении учебно-тематических планов и программ надо учитывать запросы и уровень подготовки аудитории. Занятия в народных университетах должны удовлетворять растущие потребности трудящихся в знаниях, без которых невозможно решение сложных вопросов в повседневной производственной и общественной деятельности.

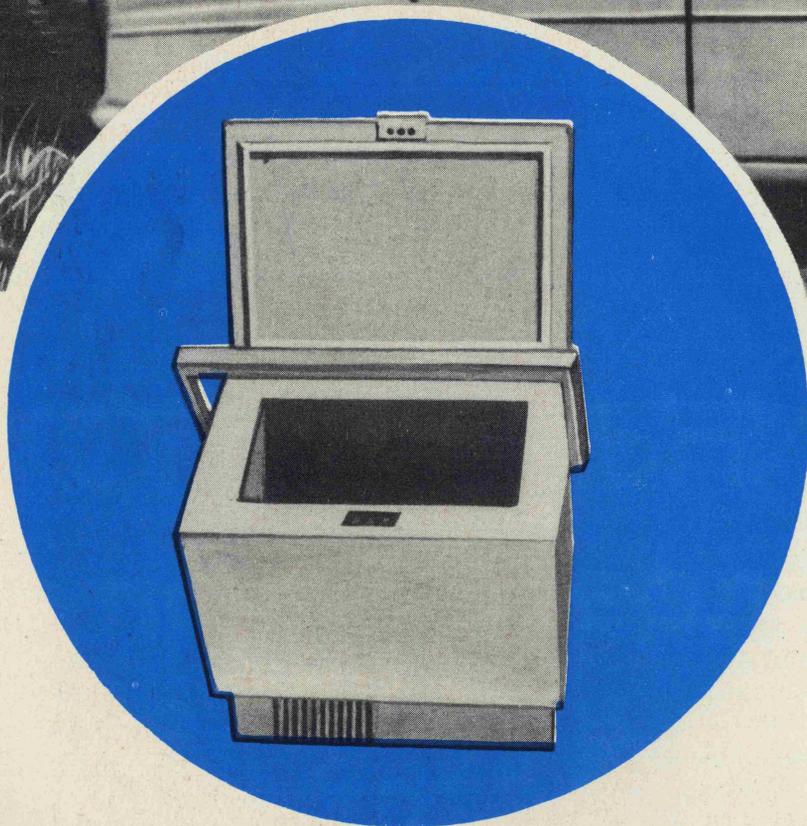
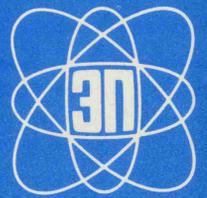
Для оказания практической помощи народным университетам совместным постановлением коллегии Министерства и Президиума ЦК профсоюза рабочих радио- и электронной промышленности создан Совет содействия народным университетам. В соответствии с планом работы Совет содействия проводит общественный смотр народных университетов системы Министерства в честь XXIV съезда партии, задачей которого является дальнейшее улучшение их работы по пропаганде марксизма-ленинизма, политики КПСС и Советского государства, научно-технических и экономических знаний. Работа народных университетов будет оцениваться по следующим показателям: качество лекций, уровень подготовки преподавательского состава, связь теоретических знаний с конкретными задачами производства, использование технических средств, наглядных и учебных пособий в процессе учебы и т.д. И, конечно, одним из главных показателей будет рост сети университетов и числа слушателей. Народные университеты, добившиеся лучших результатов по итогам смотра, будут награждаться денежными премиями и почетными грамотами. Нет сомнения в том, что подготовка к достойной встрече XXIV съезда КПСС вызовет новый подъем в развитии сети народных университетов, активизирует рост числа слушателей, будет способствовать дальнейшему улучшению учебно-воспитательной работы. В этом залог успешного решения задач, поставленных перед работниками электронной промышленности.

Статья поступила 2 ноября 1970 г.

УДК 658.386

ХОПОДИЛЬНИК

на полупроводни-
КОВЫХ
термобатареях-



ПОЛЕЗНЫЙ ОБЪЕМ 20 л
ГАБАРИТЫ 180x430x20
ВЕС 10 кг

РАБОТАЕТ ОТ
АККУМУЛЯТОРНОЙ
БАТАРЕИ 12 в

ПОТРЕБЛЯЕТ
МОЩНОСТЬ 60 вт

ваш надежный спутник в
путешествиях на машине

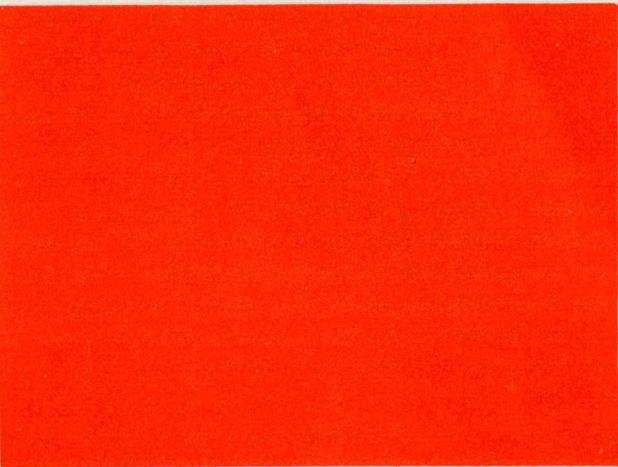
ежегодная международная конференция по полупроводниковой электронике

США Филадельфия. 1970 г. С 18 по 20 февраля в аудиториях Пенсильванского университета проходила 13-я Международная конференция по физике твердого тела и интегральным схемам, ежегодно организуемая Институтом инженеров электроники и электротехники при поддержке и участии управлений электроники армии, флота и авиации.

На конференции обсуждались важнейшие проблемы создания полупроводниковых приборов, интегральных схем и разработанных на их основе устройств, а также базовые проблемы технологии. Идея организации такой конференции родилась более десяти лет назад, когда стало очевидным, что без использования полупроводниковых приборов невозможно создание аппаратуры, отвечающей всем современным требованиям. Появилась необходимость у многих ведущих специалистов обмениваться мнениями и отыскивать оптимальные пути создания полупроводниковых приборов и их применения. По мере развития полупроводниковой техники конференция все больше и больше времени стала посвящать проблемам микроэлектроники и постепенно превратилась в ежегодный международный форум ведущих разработчиков в области полупроводниковой техники. Тематика, уровень докладов и сообщений здесь отражают все самые последние достижения.

Развитие электроники в США в большой степени определяется утилитаризмом, когда первостепенное значение приобретают в основном те направления, которые могут быть быстро внедрены в производство и являются экономически выгодными.

Умение сочетать высокий уровень научных исследований с их инженерным воплощением и быстрым претворением научных идей в практику привлекает специалистов всего мира на конференцию в Филадельфию, несмотря на отсутствие выставки в этот период. Конференция освещает не только конкретные пути создания приборов, но и проблемы стратегии и тактики развития полупроводниковой электроники, подводит итоги



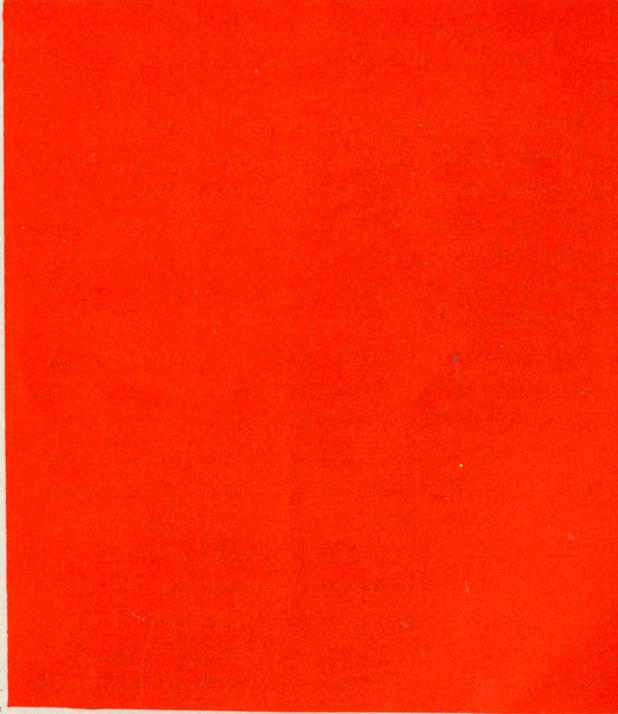
Н О В О С Т И



С О О Б Щ Е Н И Я



Х Р О Н И К А



и обобщает достигнутые успехи во всех аспектах ее развития. Рассмотрим три последних года.

1968-й год. На открытии конференции сообщается, что основные задачи разработки и применения цифровых интегральных схем решены, и что следующим этапом в этом направлении является создание больших интегральных схем (БИС) а также определение их технически и экономически целесообразных размеров и сфер применения. Указывается на необходимость сосредоточения усилий на методах машинного расчета и проектирования схем, фотошаблонов, методах автоматического контроля параметров, максимально возможной стандартизации этих процессов. Решение поставленных задач уменьшит риск в потерях капиталов, вложенных в создание БИС.

В области изготовления линейных схем и выявления для них рынков сбыта нет еще полной ясности, как в области производства и сбыта цифровых схем. Широко применяются лишь операционные усилители; заказы на другие типы схем еще малы. Большое разнообразие линейных схем требует повышения общего уровня технологии изготовления, гибкости, а также организации мощных участков по изготовлению фотошаблонов, специального технологического оборудования.

В области СВЧ интегральных схем существует много нерешенных проблем; в то же время очевидно, что только с помощью гибридных или монокристаллических схем СВЧ можно решить ряд вопросов, касающихся создания малогабаритной, надежной аппаратуры.

Таким образом, для решения перечисленных проблем в первую очередь необходимо выйти на новый более высокий уровень технологии изготовления интегральных схем в промышленных масштабах, создать специальное технологическое оборудование. Только после этого можно будет обеспечить устойчивые рынки сбыта, сделать эти категории интегральных схем коммерчески выгодными.

1969-й год. Многие из поставленных ранее задач уже успешно решены. Так, благодаря повышению общего уровня технологии изготовления фотошаблонов, структур на пластине и многослойных соединений твердо определены пути разработки в области применения линейных монокристаллических интегральных схем. Ряд фирм, выполняя заказы потребителя, использует современные методы расчета и проектирования при создании и промышленном выпуске линейных схем. Это уже не только операционные усилители, но и такие типы аналоговых схем, как аналоговый умножитель, ряд схем для телевизоров, радиоприемников, и, наконец, мощные схемы в интегральном исполнении. Не вызывает сомнения, что подобно операционным усилителям, многие низкочастотные мощные схемы могут быть стандартизованы для массового применения и выпуска

большими партиями. Временным недостатком мощных низкочастотных усилителей в интегральном исполнении в настоящее время является то, что их стоимость несколько выше, чем у дискретных аналогов, но по ряду характеристик эти устройства превосходят аналоги на дискретных компонентах. В сообщениях отмечается также большой прогресс в создании БИС.

Изменился и состав участников конференции. Большинство теперь составляют ученые и инженеры, занимающиеся проблемами: прибор — схема — функция — система. Появление специалистов-системотехников становится характерной чертой электроники, так как быстрые темпы ее развития требуют серьезной технической и идеологической перестройки методов работы и планирования.

1970-й год. Внимание участников конференции обращено на прогнозирование как на важнейшее средство развития промышленности в современных условиях. Специалисты ряда крупнейших фирм заняты поисками методов и критериев, позволяющих оценить и выбрать соответствующую систему (материал — прибор — схема — функция — система) с учетом возможностей каждого предприятия, входящего в ее состав, перспективности технологии, изменения окружающей обстановки, требований рынка не столько с позиции сегодняшнего дня, сколько с позиции будущего.

Первостепенное значение приобретает выбор технологии: достаточно ли она современна, чтобы с ее помощью получить необходимые устройства, позволит ли она без больших экономических затрат ввести необходимые усовершенствования и т.д. Поэтому фирма должна разрабатывать не только тактические, но и стратегические планы развития, пути реализации которых могут значительно отличаться друг от друга. Обязательным условием для достижения намеченных целей является интенсификация научных исследований, совершенствование технологии и быстрое внедрение разработок в производство. Выполнение этих условий обеспечит высокую эффективность работы фирм в течение длительного периода времени, но потребует больших затрат. Однако затраты на научные исследования и разработки не могут бесконечно возрастать. Представитель правительственных кругов США Х.Б.Хеффнер в своем выступлении заявил, что в связи с фантастическими темпами роста электроники и финансовыми затруднениями предполагается ограничить государственное финансирование. Для целенаправленного использования предоставляемых правительством средств будут выработаны основные направления в области исследований и разработок, обеспечивающие создание основных систем. В то же время, по-видимому, будут сокращены правительственные ассигнования на поддержку исследований, не относящихся к группе важнейших, и исследований, не дающих видимого тех-

нического и экономического эффектов (в том числе на медицинские цели и бытовую технику), а также на поддержку молодых специалистов и инженеров. Основная мысль выступления — строгое планирование развития электроники на всех уровнях, начиная с небольших групп исследователей и разработчиков и кончая крупнейшими фирмами США.

В приветственном слове на открытии конференции председатель Р.Энгельбрехт и секретарь Т.Е.Брей отметили, что электроника вступает в новое многообещающее десятилетие. Уже в начале этого десятилетия необходимо представлять основные направления работ и уровень, к которому нужно стремиться. В программу конференции включены доклады, в которых частично дается ответ на эти вопросы. Тематика докладов является: монолитные цифровые и линейные интегральные схемы; гибридные схемы, полевые и МОП-приборы, а также устройства на их основе; лавинно-пролетные диоды; СВЧ транзисторы и устройства на них; память для ЭВМ в интегральном исполнении, оптоэлектронные приборы; фоточувствительные приборы и устройства; акустические явления; приборы для бытовой техники; новые направления микроэлектроники; технология; машинное проектирование дискретных приборов и интегральных схем и др. Было прочитано 70 докладов, что составляет примерно четвертую часть всех докладов, поступивших в оргкомитет.

Работа конференции проходила в 14 секциях с 9 до 12 часов, затем с 14 до 18 часов. Кроме того, ежедневно с 20 часов устраивались заседания, посвященные отдельным конкретным вопросам, например машинному проектированию, достижениям в области СВЧ приборов и т.д. Всего прошло 11 таких вечерних дискуссий.

СЕКЦИЯ 1. Лавинно-пролетные диоды и основные на них устройства. Программа работы секции включала доклады представителей фирм RCA, Hewlett-Packard, Microwave Ass. и Bell Telephone. Секция открылась обсуждением новых разработок и технологии изготовления приборов. Лавинно-пролетные диоды в основном изготавливаются из кремния по планарно-эпитаксиальной или меза-технологии. При работе в непрерывном режиме некоторые типы лавинно-пролетных диодов отдают в нагрузку мощность более 1 Вт на частоте 8–13 ГГц (другие приборы в импульсном режиме — около 150 Вт с эффективностью 12–15%). На их основе созданы СВЧ усилители и генераторы. На секции рассматривались также проблемы построения усилителей, работающих в диапазоне 15–18 ГГц.

СЕКЦИЯ 2. Индикаторы и запоминающие устройства. Сотрудники четырех фирм — General Electric, Tektronix, Hewlett-Packard и RCA — были

авторами докладов о разработках монолитных устройств для записи, считывания и хранения видеоматериала, в том числе о матрицах на светодиодах из арсенида галлия, легированного фосфором, из которых можно собрать небольшой экран. В докладах рассматривалось применение ряда монолитных интегральных схем для управления подобными экранами, что позволяет получать на мозаичном экране информацию в виде букв, цифр и ряда математических символов. Пожалуй, наиболее интересным было сообщение о запоминании трубки с экраном в виде кремниевой пластины с выращенной на ней структурой: кремний (подложка) — двуокись кремния (элемент).

Экран со степенью интеграции 562 500 элемент/см² смонтирован в стандартном однодюймовом видеоконе. Наличие в устройстве одной пушки допускает только раздельное проведение процессов записи, считывания и стирания информации. Практическое отсутствие токов утечки позволяет получить срок хранения информации в устройстве (не менее 45 суток). Изображение при этом не ухудшается.

СЕКЦИИ 4 и 6. ЗУ в интегральном исполнении. В большинстве докладов, представленных фирмами Fairchild, Honeywell, Bell Telephone, Hewlett-Packard, Nippon Electric и Phillips рассматривались проблемы создания монолитной памяти на биполярных и МОП-транзисторах. В одном из докладов сообщалось о создании на кристалле размером 2,8 x 2,8 мм памяти на 1024 бит на основе TTL со временем выборки менее 50 нсек при типовом потреблении мощности менее 350 мВт. Представители фирмы Fairchild предложили мегабитную память в виде БИС, составленной из кристаллов размером 2,8 x 4 мм с организацией на каждом кристалле 256 слов. Время записи 40 нсек. Время выборки 70 нсек при потребляемой мощности 500 мВт и напряжении питания 5 в.

Среди устройств, разработанных на основе МОП-транзисторов, значительный интерес представляет память объемом 1024 бит с декодированием, временем цикла записи или считывания 500 нсек, временем выборки 345 нсек и потреблением мощности менее 50 мВт/бит.

СЕКЦИЯ 5. СВЧ транзисторные усилители. Последние достижения в этой области рассмотрены в сообщениях фирм Fairchild, IBM, RCA, Bell Telephone и Института военной электроники. Секция открылась обсуждением вопроса о создании полевого транзистора на основе барьера Шоттки с максимальной частотой генерации более 13 ГГц, в котором в качестве исходного материала использован арсенид галлия. Коэффициент шума на частоте 2 ГГц не превышает 3,5 дБ. По мнению докладчика, этот транзистор может конкурировать

вать с биполярными транзисторами в СВЧ усилителях. Фирма IBM сделала сообщение о разработке СВЧ усилителя на кремниевых полевых транзисторах с $f_{\text{макс}} = 13 \text{ ГГц}$, работающего в полосе частот 4,4–5,2 ГГц при максимальном усилии 12 дБ на пяти каскадах; ширина затвора транзистора 1 мкм, длина 400 мкм. Расстояние между затвором и истоком, а также между затвором и стоком не превышает 1 мкм. Транзистор выполнен на алмазной подложке (термокомпрессия осуществляется с помощью проволоки диаметром около 10 мкм).

Фирма RCA рекламировала модуль фазированной решетки. Его потребляемая входная мощность 100 мвт на частоте 1,5 ГГц, выходная мощность 15 вт на частоте 3 ГГц. Усилитель построен на структурах бескорпусных транзисторов и диодов. В качестве основного элемента использован транзистор TA7205. Схема СВЧ усилителя состоит из предусилителя, мощного усилителя, умножителя, схемы сложения. Этот модуль на частоте 1,6 ГГц может отдать в нагрузку более 18 вт с эффективностью около 45%.

Институт военной электроники представил доклад о комплексном расчете на ЭВМ сверхвысокочастотного транзисторного усилителя для диапазона 2–4 ГГц. Весь процесс расчета усилителя при помощи системы трансцендентных уравнений на основе разработанного алгоритма занимает 383 сек.

СЕКЦИЯ 7. *Машинное проектирование.* Представители фирм Bell Telephone, Motorola, Nippon Electric и Калифорнийского университета являются авторами докладов о разработке рациональных и гибких моделей, предназначенных для описания процессов, происходящих в приборах и схемах на разных уровнях сигналов. Для подобных расчетов наиболее часто используется модель транзистора по Эберсу-Моллу. Однако она лишена некоторых недостатков, снижающих точность результатов.

Сотрудники фирмы Bell Telephone Гуммель и Пун предложили модель, основанную на зарядовых соотношениях, которые связывают токи коллектора, эмиттера и базы, напряжения на коллекторе и эмиттере, заряд в базе, емкости переходов. Расчетные данные показали хорошее согласование с экспериментальными данными.

Калифорнийский университет разработал программу оптимизации различных типов линейных схем, а японская фирма Nippon Electric представила программу оптимального размещения компонентов на кристалле, что позволяет получать рисунки фотошаблонов в строгой последовательности для всего технологического процесса изготовления интегральной схемы.

СЕКЦИЯ 8. *Новые устройства и схемотехника.* Сотрудник фирмы IBM доктор Ганн выступил с докладом, посвященным мощной безтрансформаторной, низковольтной схеме регулятора напря-

жения, построенной на дискретных приборах. Фирма "Мацусита" сообщила о создании транзистора на основе барьера Шотки, чувствительного к давлению, а также о создании на его основе переключающего устройства (например, для использования в настольных клавишных вычислительных машинах совместно со схемами ДТЛ серии 930). Секция завершилась докладом сотрудника фирмы General Electric о разработке гибридной электровакуумной лампы с электронной пушкой и анодом из полупроводникового материала с выходным напряжением 200 в, выходной пиковой мощностью 1600 вт, временем нарастания 1,6 нсек и шириной полосы пропускания 220 МГц. Объем модели устройства не превышает 64 см³. Эффективность прибора 55%.

СЕКЦИЯ 9. *Схемы бытового применения.* Доклады, представленные фирмами Phillips, Signetics, Motorola и Университетом Оттавы в основном были посвящены обсуждению новых разработок мощных монолитных интегральных схем различного применения: усилителей низкой частоты, схем для систем автоматики и телемеханики. Следует отметить высокий уровень технологии изготовления схем, который позволил совместить ряд процессов и решить проблему отвода тепла. Большое количество сообщений разных фирм о начале работ и первых результатах, полученных в этом направлении, подчеркивает возросший интерес к мощным интегральным схемам.

СЕКЦИЯ 10. *Вопросы технологии.* Секция открылась рекламным сообщением фирмы Bell Telephone о создании быстродействующих интегральных схем на структурах, где изоляция компонентов осуществляется диффузией p^+ . Такая технология позволила уменьшить количество необходимых процессов фотолитографии, сократить размеры структуры и получить ячейки схем ТТЛ на 6 мвт, с временем задержки до 4 нсек при невысоком логическом размахе (не более 1 в). Доклады фирм RCA, Tektronix, Analog Devices, Bell Telephone и Массачусетского технологического института были посвящены методам создания межсоединений в схемах среднего и большого уровня интеграции, сборке больших гибридных интегральных схем и т.д.

СЕКЦИЯ 11. *Акустические явления и схемы передачи информации.* Представители фирм Sergy Rand, IBM, Huges Aircraft, RTS и RCA предложили вниманию участников конференции устройства, основанные на использовании эффектов распространения волн и колебаний в различных средах и материалах, линии задержки, аттенкаторы. В ряде выступлений рассматривались вопросы передачи информации с помощью устройств, построенных на диодах Ганна и т.д. Эти сообщения еще раз подтверждают нераскрытые свойства и

возможности использования полупроводниковых материалов, а также все возрастающую необходимость проведения работ в этом направлении.

СЕКЦИЯ 12. Общие вопросы технологии. Высокий уровень технологии, которого достигли фирмы Bell Telephone, Philco Ford, IBM и RCA позволил им сделать на этой секции доклады о последних полученных результатах в области фотолитографии и создании оборудования, об особенностях изготовления гибридных СВЧ схем, создании больших гибридных интегральных схем методом перевернутого кристалла, преимуществах и недостатках материалов, используемых для изготовления гибридных СВЧ схем, а также о перспективах этого важнейшего в настоящее время направления.

СЕКЦИЯ 13. Линейные интегральные схемы. В докладах фирм IBM, Signetics, National Semiconductors, Fairchild, Huges Aircraft и Университета Флориды рассматривались вопросы создания сложных схем частного применения, схемотехники, расчета и машинного проектирования, проблемы отвода тепла и др.

СЕКЦИЯ 14. Фоточувствительные и высокочувствительные приборы. Были заслушаны доклады сотрудников фирм Integrated Photomatrix, Bell Telephone, RCA, Стенфордского и Католического университетов. Значительный интерес представил доклад сотрудников Стенфордского университета об устройстве для чтения текстов слепыми. Это устройство размером с настольный клавишный арифмометр типа Contex позволяет при помощи фоточувствительной матрицы из МОП-

транзисторов, заключенной в коробку, размером со спичечную, водить по тексту и считывать его. Видимая информация преобразуется в электрические сигналы; последние усиливаются и в свою очередь преобразуются в механические колебания панели, которые чувствует пальцами читающий. Скорость чтения 60 слов/мин.

Вечерние заседания проводились по узким специализированным вопросам. Наиболее интересные из них "Последние достижения в области создания СВЧ дискретных приборов и устройств", "Методы машинного проектирования приборов и схем", "Создание интегральной памяти для ЭВМ", "Биомедицинское применение полупроводниковых приборов и интегральных схем", "Надежность схем среднего и большого уровня интеграции" и др.

Присутствие на конференции более 500 ученых и инженеров Англии, Франции, ФРГ, Бельгии, Голландии, Италии, Японии, Канады, Швейцарии и других стран, а также ведущих разработчиков ряда фирм США позволило участникам конференции познакомиться с самыми последними достижениями в области полупроводниковой электроники, обсудить интересующие их вопросы во время дискуссий и в кулуарах конференции, обменяться мнениями и оценить основные современные тенденции в развитии электроники.

Тот факт, что широко освещаются новые идеи, воплощенные в конкретные образцы, их использование в аппаратуре и оборудовании свидетельствует о том, что полупроводниковая электроника в 70-е годы станет одним из основных средств при решении многих проблем человечества.

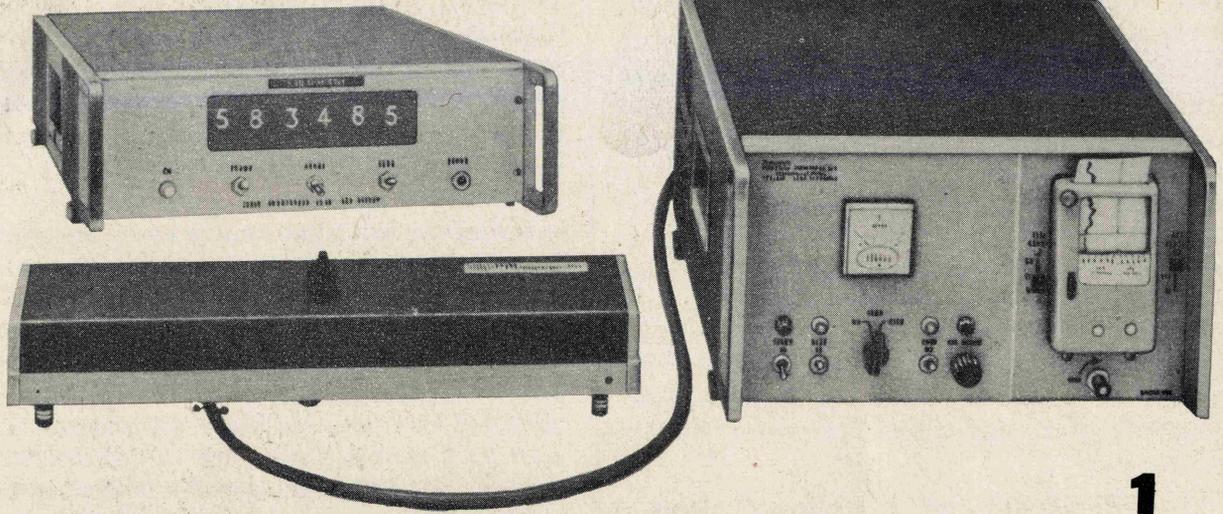
В.Г. МАВРОДИАДИ

Электроника на международных выставках

Почти на каждой международной и зарубежной выставке, проводимой Всесоюзной торговой палатой в СССР, зарубежные фирмы демонстрируют изделия электронной техники и оборудование для их производства. Для специалистов электронной промышленности представили несомненный интерес 3-я японская, югославская и датская промышленные выставки, выставка электронных приборов ГДР, юбилейная выставка "25 лет свободной Венгрии", международные выставки "Химия-70", "Геологоразведка-70", "Почта-70" и другие. Однако наибольшее внимание привлекла первая специализированная Международная выставка изделий электроники и оборудования для производства полупроводниковых приборов, интегральных схем и других радиодеталей - "Электронмаш-70".

В выставке "Электронмаш-70" приняли участие более 70 фирм разных стран: Австрии, Англии, Бельгии, Дании, США, Франции, ФРГ и др. Ниже приведены краткие сведения о наиболее интересных экспонатах выставки.

На отдельных операциях производства транзисторов и интегральных схем, где чистота воздуха является очень важным фактором, воздух, поступающий в помещение, пропускается через специальные фильтры. Фирмы Millipor (Англия) и Stora



1

Корпарберг (Швеция) представили большое количество фильтров, разнообразных по конструкции, материалам фильтрующих элементов и назначению.

Фирма Dr. Ing. Rudi Kratel (ФРГ) демонстрировала специальные измерительные приборы для контроля за чистотой воздуха и жидких сред — счетчики "Ройко", в которых использовано явление контрастного свечения частиц пыли в луче света. Приборы имеют блочную конструкцию. В отдельных приборах применена звуковая сигнализация для того случая, когда количество пыли в производственном помещении превышает "допустимую" норму.

Один из счетчиков фирмы Dr. Ing. Rudi Kratel (рис.1) для измерения числа пылинок размером от 0,5 и 5 мкм при концентрации до 3000 на

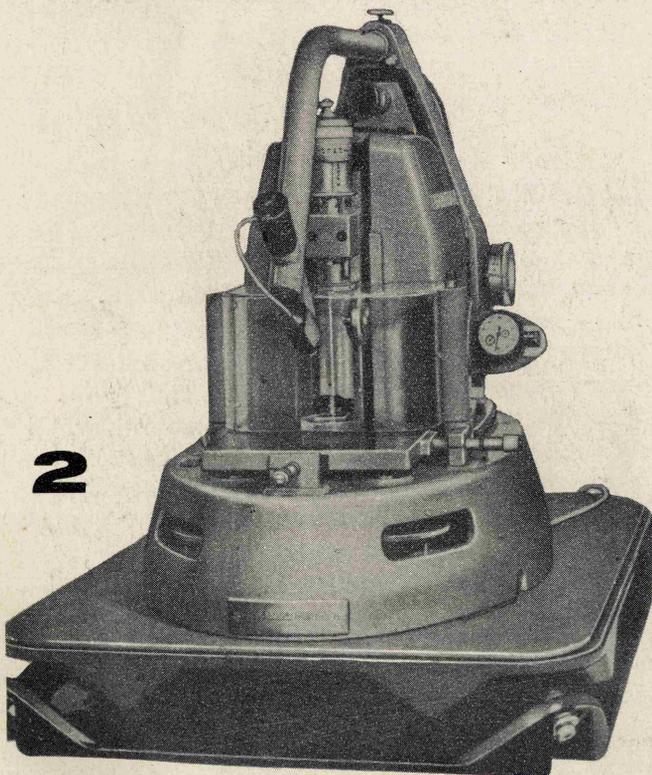
1 л пропускает через камеру до 28000 см³/мин воздуха. На рисунке слева на переднем плане показан чувствительный элемент прибора — ячейка с источником света, оптикой и фотоэлектронным умножителем, на заднем плане — один из дополнительных блоков к прибору — цифровой индикатор (модель 267); справа — прибор (модель 245), состоящий из источника питания, усилителя импульсов и самописца.

Для счетчиков фирма выпускает несколько типов индикаторов: со стрелочным прибором, с цифровыми лампами, с самописцем и с пишущей машинкой.

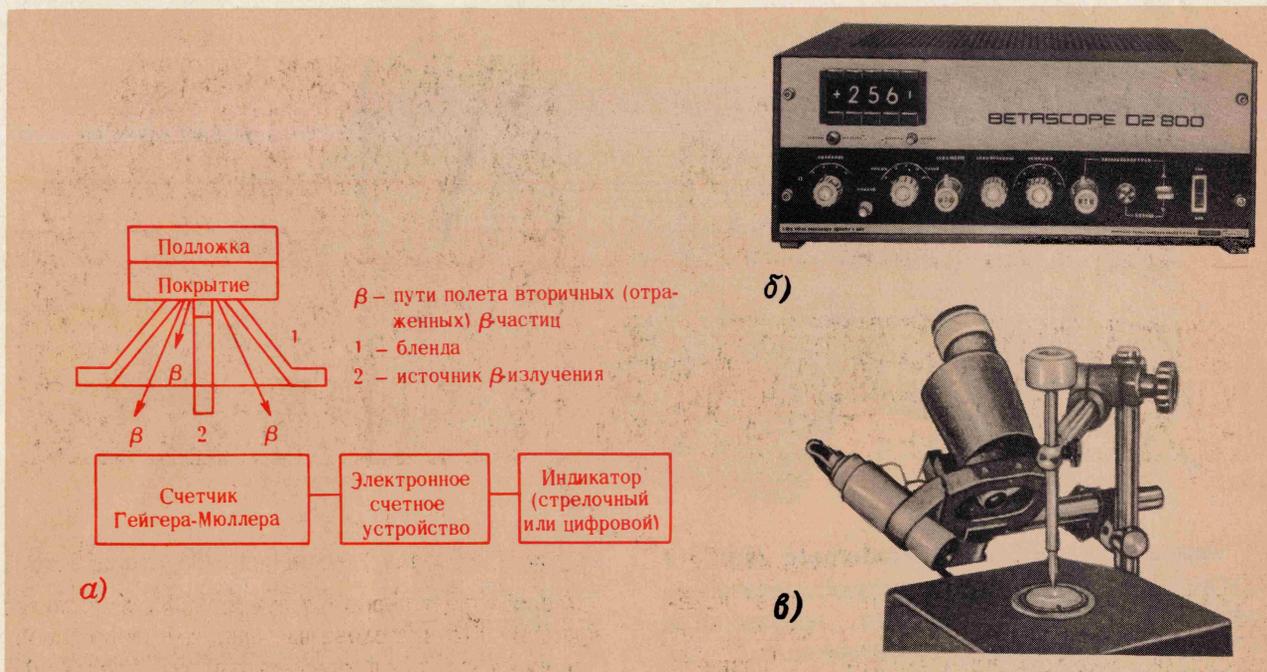
Эта же фирма представила счетчики запыленности жидких сред, генератор калиброванных по размерам монодисперсных частиц для градуировки счетчиков частиц, панорамный счетчик частиц (на электроннолучевой трубке) для наблюдения за пылинками, распределяющимися в зависимости от размера по группам и для подсчета их числа по любому из 28 каналов.

На выставке было представлено много приборов для измерения толщины пленок при производстве интегральных и гибридных микросхем.

Фирма Rank Precision Industries Ltd демонстрировала уникальный прибор типа Talystep-1 (рис. 2) для измерения шероховатости поверхности и толщины пленки с восьмиступенчатым усилением в пределах 5000 — 1000000 раз с помощью медленно перемещающегося по образцу штифта микрошупа с шагом менее 0,1 мкм и прямоугольным сечением 1,27 — 2,5 мкм. Для измерения шероховатости поверхности на конце штифта имеется закругление с радиусом кривизны 2,5 мкм, а для измерения толщины пленки на подложке — с радиусом кривизны 0,5 мкм. Прибор способен улавливать и регистрировать с помощью самописца шероховатости поверхности до нескольких ангстрем. Недостатком прибора является чрезмерная хрупкость шупа: он легко повреждается при усилии всего в несколько миллиграммов.



2

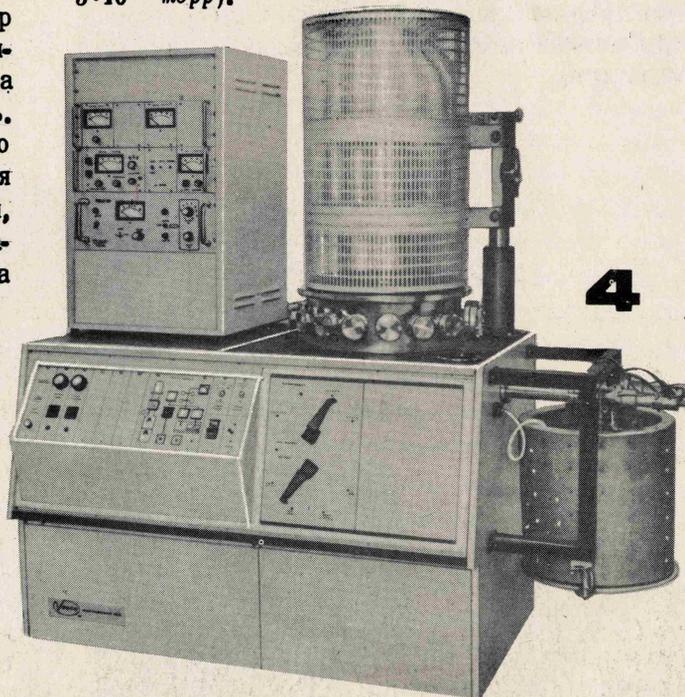


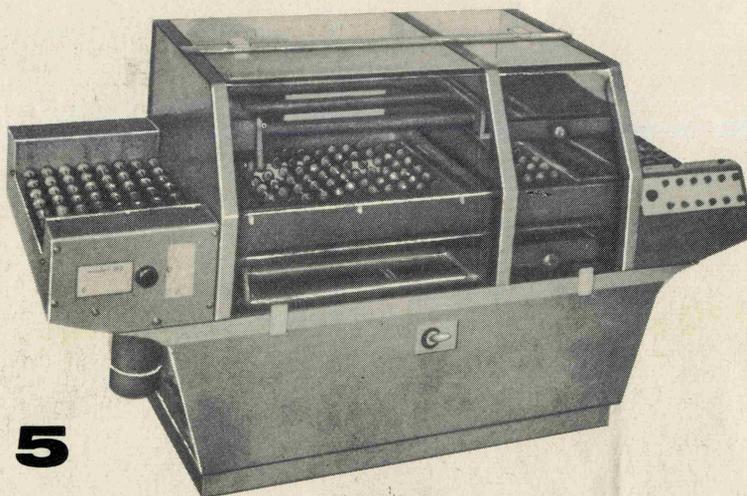
Фирма Helmut Fischer G.m.b.H. + Co. (ФРГ) продемонстрировала целый ряд измерительных приборов для неразрушающего контроля толщины и неравномерности покрытий. Наибольший интерес представляет прибор "Betascope" типа DZ-800 (рис. 3), в основу которого положен известный рентгеновский метод облучения β -частицами. Блок-схема, приведенная на рис. 3, а, поясняет принцип работы прибора. В качестве датчика — источника β -частиц используются эталоны изотопов Tl-204 и Pm-147. Количество отраженных частиц подсчитывается счетчиком Гейгера-Мюллера. Прибор представляет собой аналоговое счетное устройство, выполненное на интегральных схемах и снабженное цифровой индикацией (рис. 3, б). Прибор имеет измерительный столик с датчиком и приемником (рис. 3, в). В столик вмонтированы головка с изотопом и счетчиком, микроскоп и осветитель. Прибор DZ-800 позволяет измерять микронную толщину слоев золота, серебра, родия и палладия на железе, никеле, коваре, меди, бронзе и латуни, хрома и меди на алюминии, индия на сплаве олова со свинцом, никеля, свинца и олова на алюминии, платины на титане.

Уникальный измерительный прибор — микронный рентгеновский анализатор спектра типа MS-46 фирмы Camesa (Франция) позволяет проводить количественный анализ почти всех известных элементов периодической системы Менделеева (от бора до урана) в локальной зоне диаметром 0,5–1,0 мм с чувствительностью до 0,01%. Возможность измерений в такой зоне позволяет использовать прибор в микроэлектронике для анализа состава, толщины и неоднородности тонких пленок,

для исследования р-п переходов, микросварных соединений, структуры ферритов и для решения научных проблем.

Гелиевые течейскатели для испытания на герметичность полупроводниковых приборов и интегральных схем показало французское отделение фирмы Veeco (США). Этой же фирмой была показана установка типа VE-820 (рис. 4) для напыления тонких пленок при производстве изделий микроэлектроники и оптических интерференционных фильтров. Безмасляный ионный насос этой установки позволяет менее чем за 60 мин получать вакуум $1 \cdot 10^{-8}$ торр (максимальный вакуум $5 \cdot 10^{-9}$ торр).





5

Фирмы Resco (Италия), Wiederhold (ФРГ) и другие широко представили полуавтоматические линии и установки для массового производства печатных плат (для нанесения фоторезиста, для проявления фоторезиста, для травления медной фольги печатной схемы и других металлических материалов, для промывки печатных плат после травления, для снятия остатков фоторезиста, для золочения и наложения других защитных покрытий гальваническим способом). Малая травильная машина (модель 315) американской фирмы Chemcut (рис. 5) предназначена для одностороннего и двустороннего травления печатных плат. Эта машина, несмотря на малые габариты, допускает травление печатных плат до 370 мм по ширине и неограниченной длины.

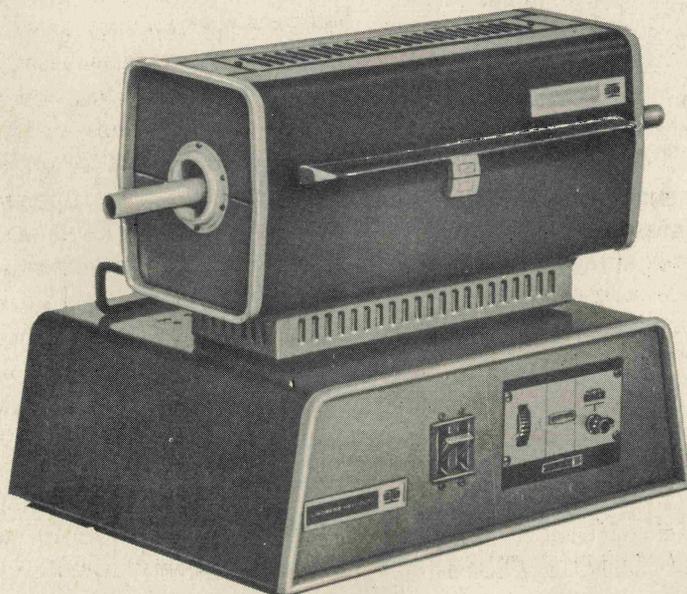
Весьма широко на выставке было представлено оборудование для изготовления толстопленочных гибридных схем методом шелкографии.

Фирма Sola Basic International (США) продемонстрировала интересную серию лабораторных трубчатых и тигельных термических печей разной мощности.

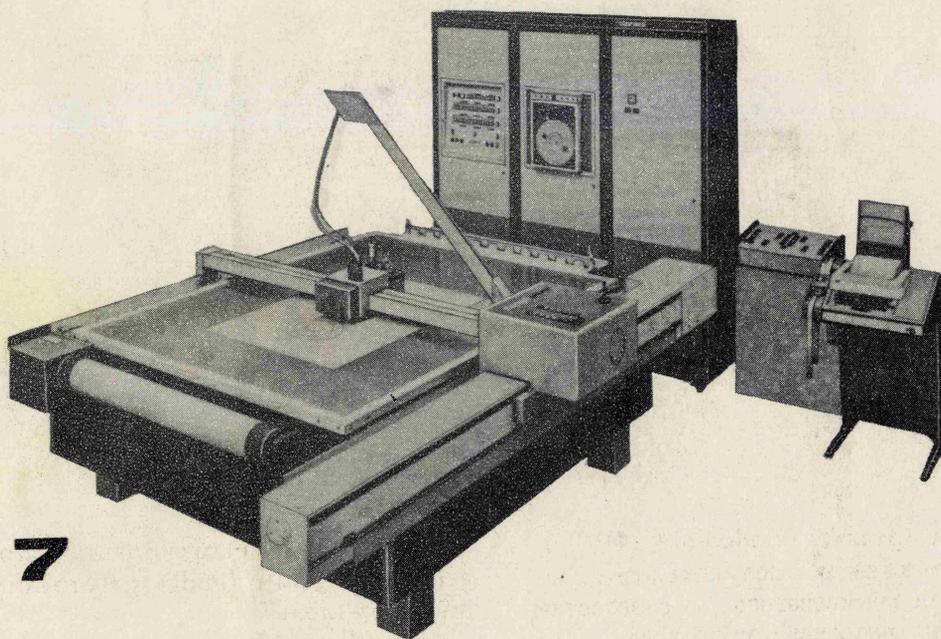
На рис.6 показана однозонная лабораторная трубчатая печь фирмы Lindberg Hevi-Duty Sola Basic International.

На выставке было представлено большое количество оптических приборов, предназначенных для применения в производстве полупроводников. Среди них большая репродукционная фотоустановка с высокой разрешающей способностью фирмы Klimsch (ФРГ), которая позволяет фотографировать оригиналы 1100×1400 мм на негативы размером до 600×600 мм; компароскоп фирмы Efco Ltd (Англия), с помощью которого можно попеременно наблюдать то образец (например, печатную схему), то испытываемое изделие, благодаря чему легко проверить наличие всех деталей и правильность монтажа.

Большие проекторы-компараторы типа Р-500 и Р-1000 фирмы Microtecnica (Италия) предназначены для точного измерения миниатюрных изделий и обнаружения в них дефектов. У компаратора типа Р-1000 экран диаметром 1018 мм заключен в градуированную оправу. На нем можно проектировать изделия размером 10–100 мм.



6



Фирма Eroi International (США) представила малые профильные проекторы Р-6 (диаметр экрана 152 мм) с увеличением до $\times 200$, Р-10 (диаметр экрана 254 мм) с увеличением до $\times 100$ и специальный микроскоп с фотоприставкой для контроля внутренней поверхности отверстий диаметром 0,05–9,5 мм и разверткой изображения на 360° на глубину до 152 мм.

С помощью координатографа типа "Coradomat" швейцарской фирмы G. Coradi Ltd (рис. 7) можно автоматизировать процесс изготовления контуров оригиналов интегральных схем, облегчить черчение принципиальных и монтажных радиосхем. Координатограф работает совместно с ЭВМ, управляющей самописцем по программе, записанной на перфорированную ленту. В комплект входит пульт управления и телетайп для пунширования бумажной ленты. Стеклопанель чертежного стола (1800 \times 1400 мм) координатографа освещается снизу. В держатель двухкоординатного самописца можно вставить карандаш, перо или шариковое пишущее устройство, иглу для накалывания отверстий или сапфировый резец для вырезывания отверстий. Таким образом, например, можно вырезать в прозрачном красном пластмассовом светофильтре необходимые отверстия и изготовить "негатив" для производства печатных схем методом фотолитографии.

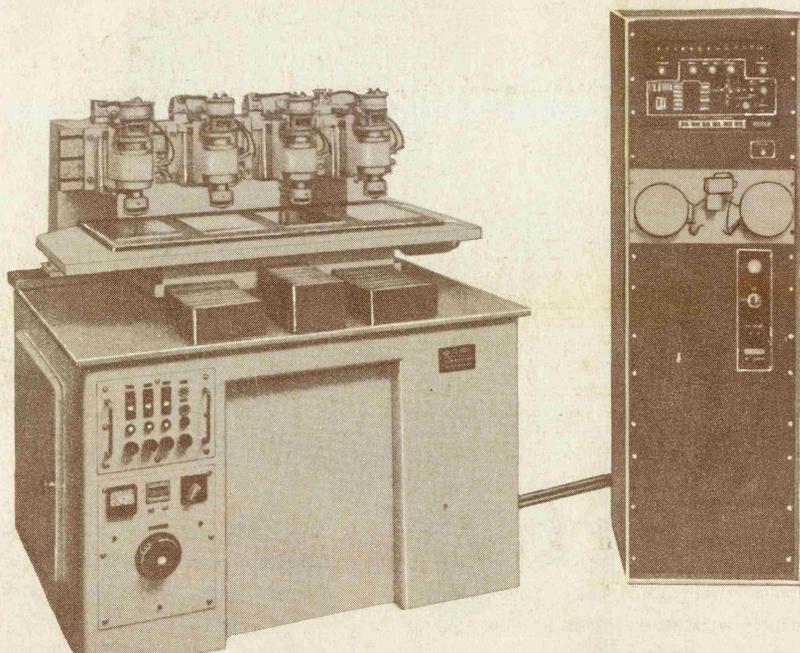
Фирмы Ing. Heinz Schmolli, Fertigungs-technik (ФРГ), Argon Service Ltd (Италия) и другие привезли на выставку устройства для осуществления быстрого и точного программированного сверления многочисленных отверстий сразу в нескольких печатных платах.

Устройство фирмы Ing. Heinz Schmolli (рис. 8) представляет собой четырехшпиндельную высоко-

точную сверлильную установку типа ABL-24 с автоматическим управлением и состоит из четырех сверлильных станков; перемещающегося по команде с общего стола командного устройства (вырабатывающего команды по программе, записанной на перфоленге); телетайпа-перфоратора для пунширования бумажной ленты; координатографа для полуавтоматического составления программ; телевизионной видеокамеры и телевизионного монитора с визиром на экране для точного совмещения стола координатографа с точками на чертеже, подлежащими сверлению. После совмещения точки чертежа лежащего на столе координатографа с крестообразным визиром на экране монитора дается команда телетайпу-перфоратору записать на перфоленгу координаты этой точки. Программа, записанная на перфоленгу, переносится в командное устройство. На столе сверлильных станков размещаются платы и запускается командное устройство. Скорость вращения шпинделя 10 000–45 000 либо 20 000–90 000 об/мин. Благодаря высокой скорости сверления отверстия получаются с гладкой внутренней поверхностью. Это имеет важное значение при нанесении слоев металла гальваническим способом для получения надежных соединений проводников, расположенных на обеих сторонах печатной платы. За 1 мин может быть высверлено 45 отверстий. Причем одновременно можно сверлить по четыре платы, положенные одна на другую. Точность сверления 0,2 мм.

Фирма Du Pont Fotowerke Aprox G.m.b.H. (ФРГ) демонстрировала ряд новых фотоматериалов для изготовления печатных плат. Так, вместо широко распространенных жидких фоторезистов фирма предлагает новый пленочный фоторезист

8

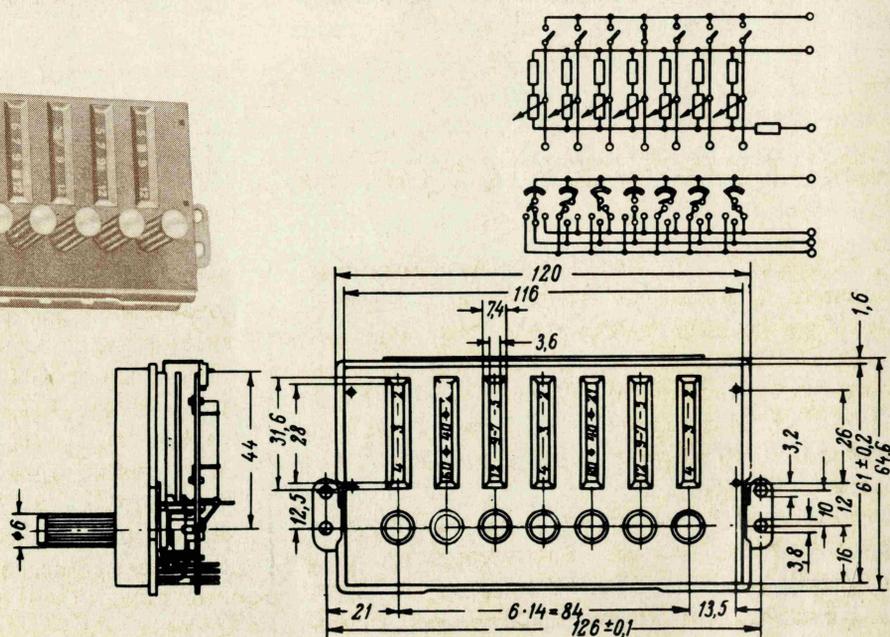
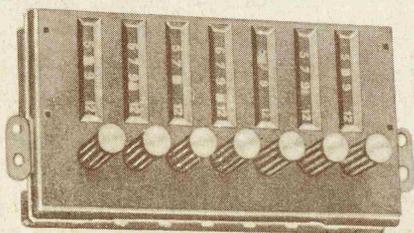


Riston. Преимуществом этого фоторезиста является то, что он не засвечивается при дневном свете, так как чувствителен только к сравнительно узкому участку ультрафиолетовой части спектра лучей (3500 \AA). Это свойство упрощает процедуру подготовки фоточувствительного слоя на печатной плате и снижает брак от загрязнений или повреждений фотослоя. Снижению брака способствует также и защита этого фоторезиста прозрачной полиэтиленовой пленкой, которая удаляется только перед операцией проявления.

Эта же фирма представила фотоматериал **Кгопаг** для изготовления негативов печатных схем. **Кгопаг** представляет собой листовую, чувствительную к ультрафиолетовым лучам, полупрозрачную

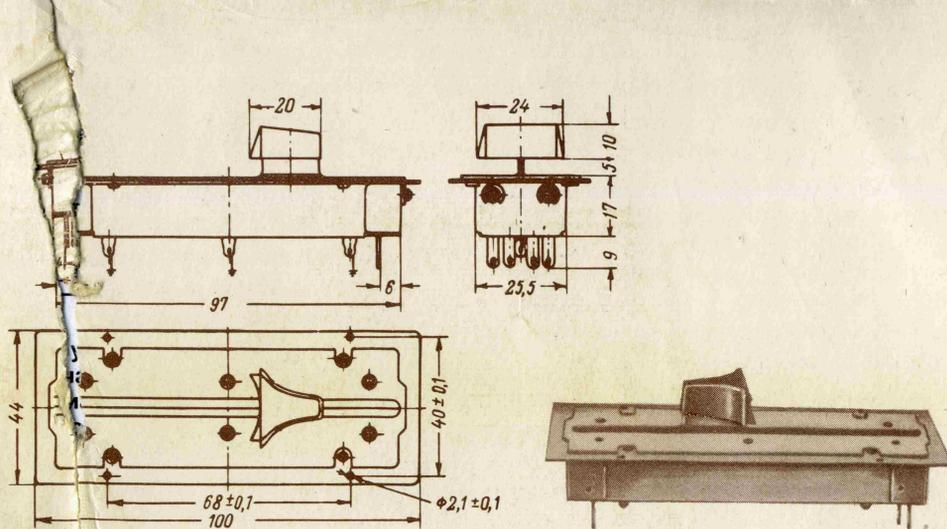
фотопленку. Неточности, допущенные при изготовлении негативов на такой фотопленке, легко исправляются: отдельные участки можно стереть карандашной резинкой, новые линии или детали печатной схемы могут быть нанесены на негатив тушью или наклеены из черной бумаги.

Достаточно широко на выставке были представлены радиодетали и радиокомпоненты. Фирма **Preh Electrofaimechanische Werke G.m.b.H.** (ФРГ) показала разнообразные переменные резисторы, ламповые панельки, штекеры и серию устройств типа "Preomat", предназначенных для замены переключателей телевизионных каналов с целью внедрения нового метода настройки телевизоров. Эти устройства состоят из переменных резисторов



9

10



сблокированных с кнопочным переключателем. Каждый резистор имеет небольшую индивидуальную шкалу настройки для одного из каналов. С помощью резисторов можно изменить величину постоянного напряжения, подаваемого на подключенные к колебательным контурам телевизора варикапы, что обеспечивает изменение частоты колебаний контура. На рис. 9 показаны внешний вид, схема и основные размеры агрегата настройки телевизионных каналов типа "Preomat P 7/7-44/25".

Фирма представила также новые конструкции ползунковых безосных резисторов для микшерских пультов и высокочастотные переменные делители напряжения. На рис. 10 показаны внешний вид и основные размеры переменного резистора с пленочным слоем типа 66 820-000 (одинарного для моно) и типа 66 822-000 (сдвоенного для стерео).

Фирма Elektrovac (Австрия) демонстрировала широкий ассортимент корпусов для интегральных схем, транзисторов и диодов, фирма Otto Dunkel G.m.b.H. (ФРГ) – высоконадежные штекерные

соединители, коммутаторы модульной конструкции, фирма Weller (ФРГ) – паяльник типа Magnostat с автоматической регулировкой температуры его нагрева.

На выставке "Электронмаш-70" были также представлены изделия электроники для различных применений в народном хозяйстве: ЭВМ, приборы для работы с мечеными атомами, различная медицинская аппаратура, например стимуляторы сердечной деятельности фирмы Medtronik Inc. (США), диктофоны и автоматические телефонные ответчики фирмы Stenocord-Süd-Atlas Werke G.m.b.H (ФРГ) и др.

Многие фирмы организовали на выставке информационные стенды, где специалисты давали консультации по использованию демонстрировавшихся приборов, оборудования и решению технических задач. Кроме того, иностранные специалисты фирм-участниц выставки прочитали для посетителей ряд лекций о новых изделиях электроники, оборудования и новых технологических процессах, применяемых в производстве электронной техники.

ИЗДЕЛИЯ СОВЕТСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ЗА РУБЕЖОМ

Ганноверская ярмарка – одна из самых представительных ежегодных ярмарок Европы. В этом году в ней приняли участие около 5000 фирм из 88 стран. Изделия электронной техники таких ведущих фирм как Siemens, Telefunken, Phillips, Valvo, Texas Instruments, Sylvania и других были выставлены в 12-м павильоне общей площадью около 50000 м².

Советский Союз впервые принял участие в ярмарке. Экспозиция В/О "Машприборинторг" размещалась на площади 36 м². 300 различных электронных компонентов демонстрировалось на 25 план-

шетах и 5 витринах. В качестве примера использования интегральных схем на стенде были выставлены телевизоры "Электроника ВЛ-100" и "Ника". Около 3000 специалистов, в том числе агенты 90 крупнейших фирм мира, посетившие советскую экспозицию, подробно знакомились с изделиями, внимательно изучали проспекты и каталоги. Закупкой в СССР керамических, электролитических, пленочных конденсаторов, углеродистых сопротивлений типа ВС и С1-4, магнитов и ферритовых колец интересовались такие фирмы, как Siemens, Stettner, Büller (ФРГ), Nedap (Гол-

дия), Metronik (Швейцария), Klark (Новая Индия) и многие другие. Советский стенд находился в центре внимания прессы. Информация о советской экспозиции опубликована в научно-технических журналах ФРГ.

Возросший интерес деловых кругов стран мира к изделиям электронной техники советского производства объясняется, видимо, нехваткой в настоящее время электронных компонентов на европейском рынке, несмотря на то, что сроки поставки западных фирм в настоящее время значительно сократились по сравнению с прошлым годом вследствие увеличения объема производства компонентов, а также в связи с реализацией запасов, созданных фирмами в прошлом году.

И.С.Балаш, В.Я.Яковлев

"Электроника-70". С 5 по 11 ноября 1970 г. в Мюнхене проводилась Международная выставка изделий электронной техники и технологического оборудования, которая устраивается регулярно раз в два года во время Мюнхенской ярмарки. В выставке впервые принял участие Советский Союз (В/О "Техмашэкспорт").

Около 2000 фирм представили различные экспонаты, отражающие сегодняшний уровень развития электронной техники. Особый интерес вызвали

установки многозондового контроля параметров ИС на пластине (Electroglass и Teledyne, США), автоматическое оборудование для контроля параметров ферритовых сердечников и резисторов (Siemens, ФРГ), полуавтоматическое оборудование для сборки ИС и транзисторов (Kulicke and Soffa, США, AEG-Telefunken, ФРГ и др.), автоматизированные измерительные системы для контроля параметров ИС с применением ЭВМ (Teradyne, США, Rohde und Schwarz, ФРГ, Hewlett Packard, США и др.), а также оборудование для проведения процессов диффузии, окисления, эпитаксиального наращивания.

Большое внимание посетителей привлекла экспозиция Советского Союза, показавшего оборудование для сборки интегральных схем (ОНИКС), четырехтрубную трубку СДО-125/4А, лазерную установку "Квант-9", эллипсомер Э-2 для контроля параметров диэлектрических пленок на пластине, автоматы для намотки секций конденсаторов и припайки выводов к ним и др. Были отмечены удачные конструктивные решения и хорошее внешнее оформление советского оборудования.

В/О "Техмашэкспорт" получило приглашение от дирекции выставки участвовать в последующих выставках, которые будут проводиться в 1972 и 1974 гг.

Е. Макаров

На повестке дня — научно-техническое прогнозирование

Международный симпозиум по методологическим вопросам прогнозирования науки и техники, организованный постоянной комиссией СЭВ по координации научных и технических исследований, который проводился в Москве 23-27 марта 1970 г., показал возросший интерес широких кругов ученых и инженеров, работников аппарата управления и организаторов производства к проблемам научно-технического прогнозирования. Это обусловлено в первую очередь небывалыми темпами роста промышленного производства, усложнением и усилением взаимосвязей между наукой, техникой и экономикой, необходимостью постоянного учета взаимодействия множества факторов, чрезвычайно усложнивших управление современным общественным производством, необходимостью предвидения последствий принимаемых сегодня решений. Прогнозирование становится неотъемлемым элементом государственной, отраслевой научно-технической политики, существенным фактором повышения качества текущего и перспективного планирования.

В симпозиуме принимали участие руководители министерств и ведомств, а также видные уч-

ные Болгарии, Венгрии, ГДР, Монголии, Польши, Румынии, Советского Союза, Чехословакии и Югославии.

Большое внимание привлекли доклады о способах и методах научно-технического прогнозирования. Группа советских специалистов вынесла на обсуждение проект документа "Основы методики научно-технического прогнозирования по комплексным проблемам народного хозяйства", который предлагалось использовать в качестве основы для разработки отраслевых методических материалов. Однако, как отмечалось в большинстве выступлений, прогнозирование нельзя свести только к нескольким, даже хорошо отработанным техническим приемам; следует учитывать также опыт разработки прогнозов во многих областях науки и техники, накопленный в различных странах.

Симпозиум, способствовавший взаимному обмену идеями специалистов разных стран, позволил еще раз внушительно продемонстрировать значительную роль прогнозирования в современной науке и технике.

Н.П.Степанов

УВН-71П-2

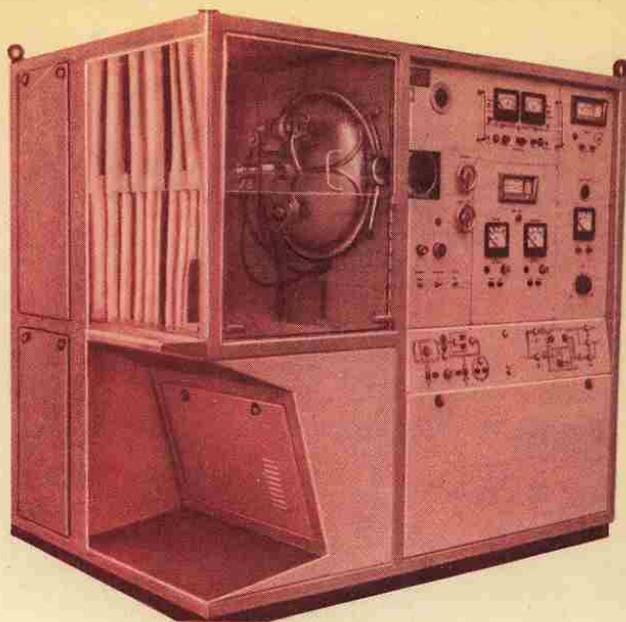
ОРИГИНАЛЬНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ТОРОИДАЛЬНОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ПОДЛОЖОДЕРЖАТЕЛЯ И ИСПАРИТЕЛЯ ПОЗВОЛЯЕТ ПОЛУЧИТЬ РАВНОМЕРНУЮ ТОЛЩИНУ ОСАЖДАЕМОЙ ПЛЕНКИ.

Вакуумная система за 70–90 мин обеспечивает вакуум в камере $5 \cdot 10^{-7}$ торр.

Температура нагрева пластин 550°C поддерживается автоматически.

Применение встроенного водяного холодильника позволило сократить время охлаждения пластин после процесса осаждения до 30 мин.

Удачная конструкция, надежность в работе, простота в эксплуатации предоставляют широкие возможности для применения установок в заводских условиях.



ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ВАКУУМНОГО НАПЫЛЕНИЯ

Предназначена для одновременного осаждения двух различных проводящих материалов.

Обладает высокой производительностью — 59 пластин/цикл.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор К.И.МАРТЮШОВ

Члены редколлегии: В.А.Афанасьев, А.Р.Бодиков, А.А.Васенков, В.Е.Вершин, В.И.Виноградов, В.И.Владиславлев, Е.А.Гайлиш, А.А.Захаров, В.В.Иванов, А.И.Казьмин, Н.Г.Кашников, В.Г.Колесников, А.М.Коршанов, С.И.Крохин, В.Г.Мавродиади, И.С.Марченко, М.И.Меньшиков, Ю.Б.Митюшин, В.И.Павлов, В.М.Пролейко (зам. главного редактора), А.В.Пивоваров, М.Л.Русецкий, В.В.Савин, А.Г.Салин, М.Ф.Стельмах, П.М.Стуколов (зам. главного редактора), В.М.Сычев, Г.Г.Татаровская (ответственный секретарь), А.Ф.Трутко, Г.А.Умнов, В.А.Федоренчик, В.Ф.Федоров, О.В.Филатов, С.К.Цаллагов, Ю.Г.Шелюхин



Ответственный научный редактор Г.Татаровская
Литературный редактор Л.Васильева
Художественно-технический редактор А.Дайлидо
Корректор Н.Кукушкина
Фото С.Прохорова

Подписано в печать 30.XI.70г. Т-17247 Объем 15 п.л.
Уч.-изд.14,8 Тираж 2100 Формат 60x90/8 Цена 1р.24к.Зак.1185

Производственно-издательский отдел института «Электроника»

Цена 1 р.24 к.

