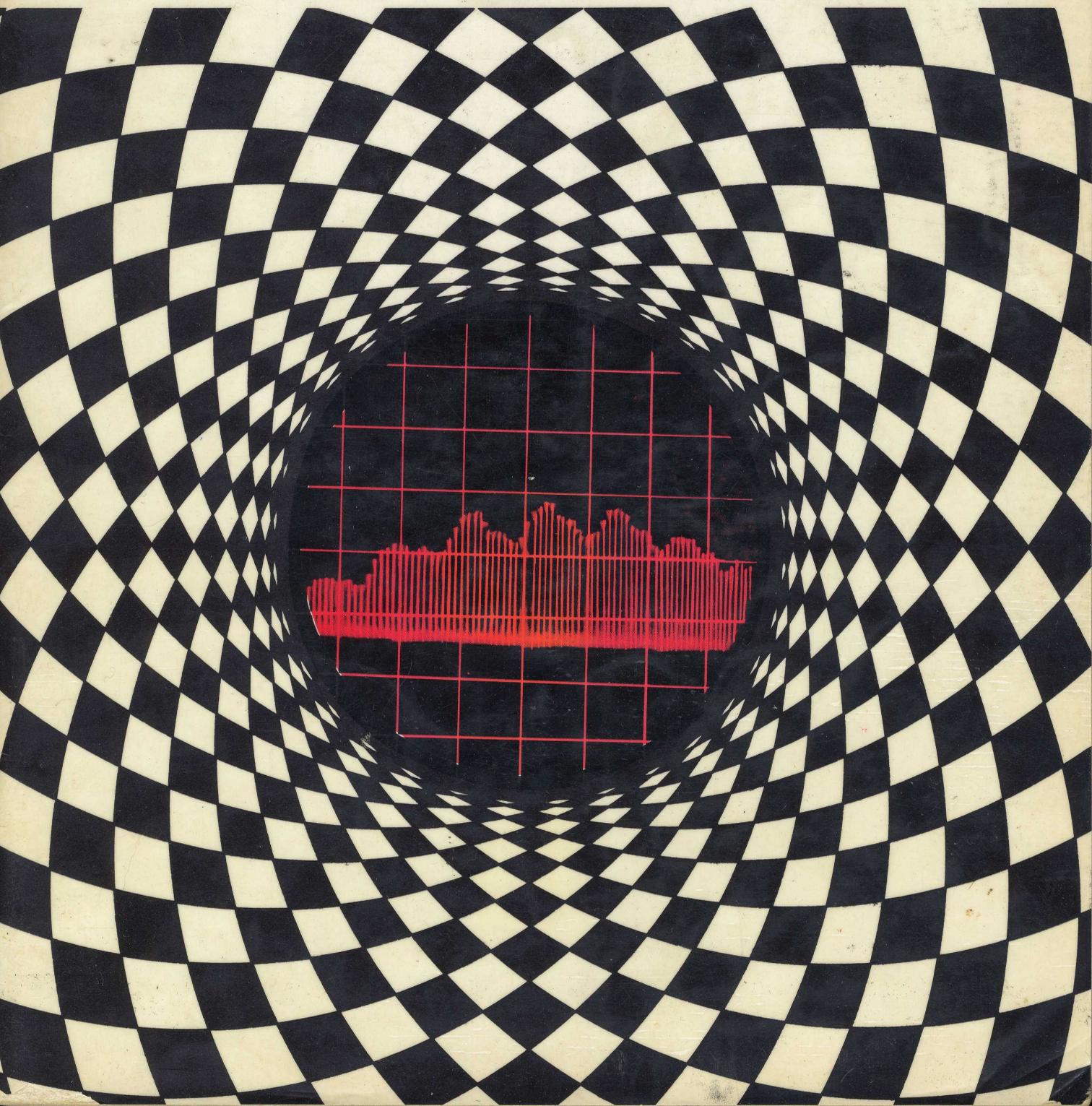




ЭЛЕКТРОННАЯ

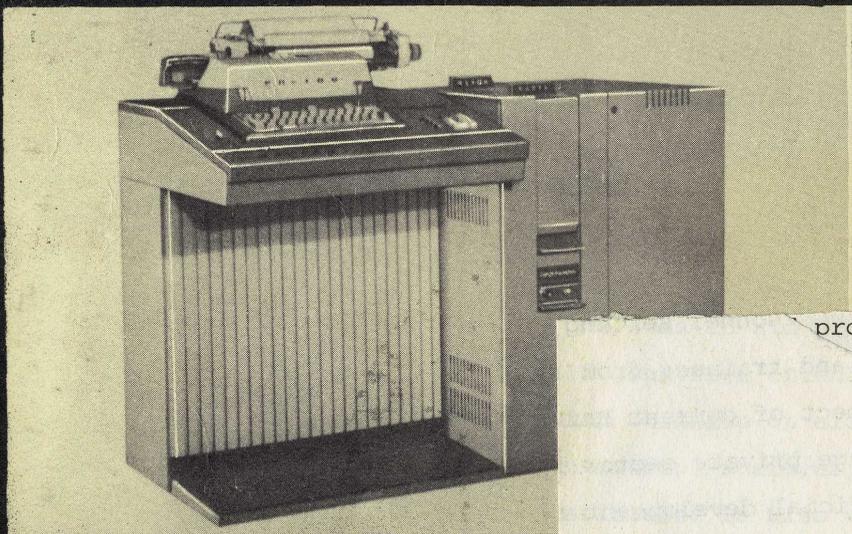
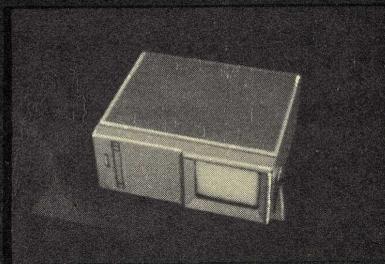
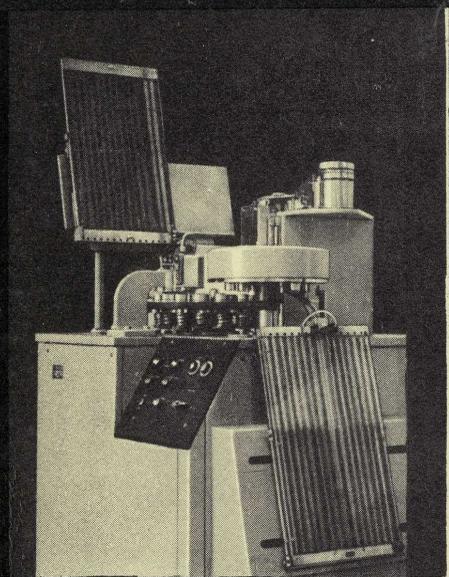
№3-1971

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



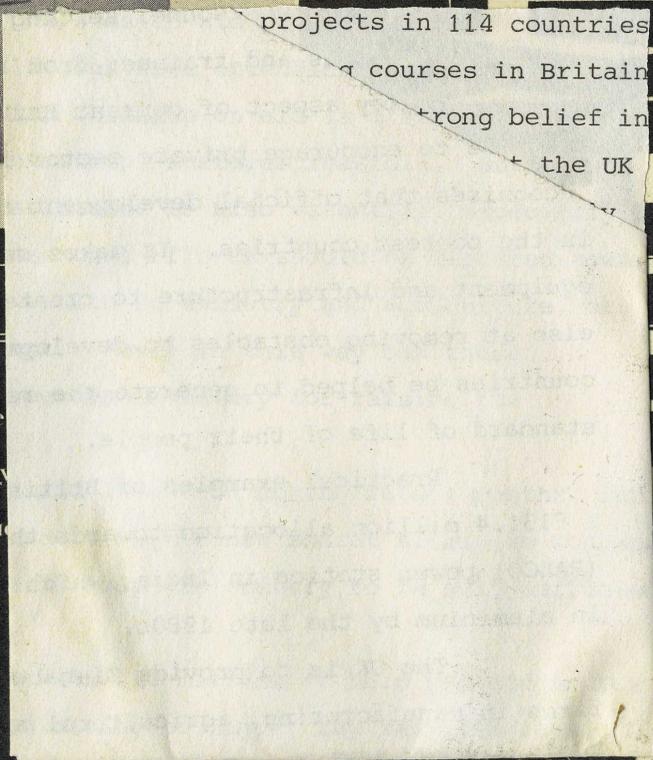
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

МИНИСТЕРСТВО
ЭЛЕКТРОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ



В номере

Электроника и научно-технический прогресс
Тиристоры и их применение
Регистрирующие автоматы в системе управления
Особенности и перспективы применения микросварки



ВАШЕ ОУДА

6316

ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

На дом
не выдается

FANUC6.RU
САЙТ О СТАРЫХ ЧПУ

ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ 11

ТЕХНОЛОГИЯ 33

ОБОРУДОВАНИЕ 47

ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА 57

ОБМЕН ОПЫТОМ 63

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И КАДРЫ 77

НОВОСТИ ЗАРУБЕЖНОЙ
ЭЛЕКТРОНИКИ 83

НОВЫЕ КНИГИ 87

Научно-техническая
Библиотека ТТИ
Имя, №

ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

ПРОГРЕСС

ЭЛЕКТРОНИКА

**И НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ПРОГРЕСС**

Роль электроники в деле дальнейшего расширения масштабов научно-технической революции в нашей стране трудно переоценить. В докладе на XXIV съезде КПСС тов. Брежнев Л.И. подчеркнул, что электроника, радио - промышленность, приборостроение, т.е. весь комплекс отраслей, создающих техническую базу для автоматизации производства и управления, "по праву может быть назван катализатором научно-технического прогресса".

Новый пятилетний план развития народного хозяйства СССР предусматривает ускоренное развитие электронной техники, и особенно таких ее прогрессивных направлений, как микроэлектроника, квантовая электроника, СВЧ техника, оптоэлектроника. Микроэлектроника открывает широкие перспективы для научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства. Развитие интегральных схем идет по пути все большего увеличения плотности компоновки. Значительное повышение уровня интеграции ИС должно привести к подлинной революции в электронике и кибернетике, к слиянию в единый технологический цикл процесса изготовления электронных приборов и аппаратуры. Появится возможность создания все более сложных, качественно новых систем. Дальнейшее сокращение размеров структурных элементов схем позволит повысить быстродействие, степень интеграции и процент выхода годных ИС и в конечном счете снизить их стоимость. Решению проблемы создания ИС с высоким уровнем интеграции в значительной мере будет способствовать широкое использование вычислительной техники на этапах расчета, проектирования и изготовления. Главной задачей на ближайшие годы является разработка требуемой номенклатуры интегральных схем, отработка высокопроизводительной технологии, создание автоматического оборудования для производства ИС, строительство серийных заводов.

Многое предстоит сделать и в области квантовой электроники. Достигнутые успехи позволяют рассматривать ее как одно из перспективных направлений в народном хозяйстве.

С помощью квантовых приборов, охлажденных до температуры жидкого гелия, удалось создать усилители электромагнитных колебаний с ничтожно малыми собственными шумами и таким образом получить возможность приема сигналов сверхмалой мощности. Лазеры уже нашли применение в медицине и биологии, при строительстве туннелей, при точных измерениях в машиностроении, в установках для резки стекла, в геодезии и т.д. На базе лазера создан ряд промышленных технологических установок, обеспечивающих не только высокую производительность, но и большой экономический эффект. Немалую выгоду дает использование лазеров в различных системах связи, дистанционного управления, а также в устройствах бесконтактного измерения токов и напряжения.

Используя газовый лазер с кольцевым резонатором, можно получить прибор чрезвычайно чувствительный к угловым перемещениям и угловым скоростям. Такой прибор в качестве датчика лазерных гироскопов в навигационных устройствах может применяться для измерения очень малых угловых скоростей. Лазерные интерферометры позволяют с наибольшей точностью измерять линейные перемещения (точность 0,1 мкм на расстоянии до 25 м). Весьма перспективен сравнительно недавно разработанный тип оптических квантовых генераторов на органических жидкостях. В квантовой электронике нашли применение методы нелинейной оптики, что открывает новые возможности для создания совершенных систем, в том числе для автоматической посадки самолетов, для подводных исследований и т.д.

Одним из замечательных и наиболее перспективных направлений в области квантовой электроники является голография, хотя развитие ее пока что связано со значительными техническими трудностями. Большие возможности открывает голография в области создания ЭВМ, объемного телевидения, систем записи и хранения информации, а также в производстве фотомасок для ИС.

В недалеком будущем широкое развитие получит оптоэлектроника, в том числе в аналоговой технике, в устройствах отображения информации, в усилителях и преобразователях света и изображения, в фотоэлектрических преобразователях, в создании плоских телевизионных экранов, в устройствах так на-

зываемой картинной логики. К достоинствам оптоэлектронных устройств следует отнести в первую очередь идеальную электрическую развязку, высокую помехоустойчивость, широкополосность. Развитие оптоэлектроники позволит решить многие задачи на новом технологическом уровне.

Есть все основания полагать, что в ближайшие годы будут достигнуты большие успехи в области криогенной электроники, которая использует сверхпроводимость и другие явления, возникающие только при глубоком охлаждении. Достаточно сказать, что с помощью созданных в отрасли охлажденных параметрических усилителей были впервые приняты в Москве программы цветного телевидения из Парижа через Космос. Криоэлектронные приборы уже сегодня находят применение в линиях космической связи и радиотелескопах.

В современном техническом прогрессе большая роль отводится СВЧ электронике. СВЧ устройства успешно применяются во многих отраслях народного хозяйства. Внедрение СВЧ техники в промышленность, как правило, дает большой экономический эффект за счет резкого сокращения времени обработки, уменьшения площадей, занятых под оборудование, и снижения брака. Так, разработанная СВЧ печь для обезвоживания керамической суспензии позволяет сократить время обработки с 7 ч (при обработке горячим воздухом) до 40 мин. СВЧ плазмотроны в диапазоне мощностей от 3 до 50 квт используются для получения сверхчистых и сверхтонких порошков окиси алюминия и других важных для промышленности материалов, получение которых в дуговых плазмотронах неизбежно связано с загрязнением материалами электродов.

СВЧ техника уже применяется в нашем народном хозяйстве для сушки древесины, бумаги, тканей, кожи, пленок, для вулканизации резины и пластмасс и даже для приготовления жареного картофеля, цыплят, бекона и изделий из теста, а также в медицине и биологии. СВЧ техника получила признание в мясной и молочной промышленности, в частности она с успехом применяется для быстрого размораживания, для непрерывной стерилизации и пастеризации молока, что позволяет в несколько раз продлить допустимый срок хранения молока и молочных продуктов. СВЧ устройства могут найти применение для бесконтактного неразрушающего контроля материалов в различных технологических процессах.

Большое влияние на научно-технический прогресс во многих отраслях народного хозяйства могут оказать успехи, достигнутые в области вакуумной техники. Вакуумная техника широко используется в научных исследованиях, в металлургии, химии, электротехнике, геологии, строительстве, медицине, в легкой и пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства. Особенности протекания многих физических и физико-химических процессов в вакууме — увеличение испаряемости материалов, усиленное выделение растворенных в них газов и примесей, снижение температуры кипения, отсутствие окисления при высоких температурах, изменение характеристик процессов тепло- и массообмена, диффузии, электропроводности, взаимодействия нейтральных и заряженных частиц и т.п. — открывают огромные возможности для интенсификации многих производств, создания новых материалов с новыми свойствами, конструирования новых приборов, аппаратов и машин.

Особое внимание должно быть уделено электроннолучевым передающим и приемным приборам. Проблемы увеличения разрешающей способности и чувствительности, расширения спектрального диапазона передающих приборов, микроминиатюризации могут быть решены путем создания безвакуумных устройств на базе твердого тела.

Большой класс приборов составляют высокоинтенсивные источники света. Они найдут самое широкое применение в науке и технике, в том числе в квантовой электронике, для ускорения процесса выращивания растений, для освещения больших открытых пространств (площадей, карьеров, аэропортов, морских портов), для радиационного нагрева, световой локации, сигнализации и скоростной фотографии.

Широкое развитие в наступившем пятилетии получают также радиодетали и радиокомпоненты. Промышленность обеспечивается всеми типами конденсаторов и резисторов, известными в мировой практике. В дальнейшем все большее количество пассивных элементов будет выпускаться в виде пассивных микросхем. Это позволит удовлетворить перспективную потребность в резисторах и конденсаторах, которая, по оценкам советских и зарубежных специалистов, в несколько раз превышает масштабы современного производства дискретных элементов.

Главными проблемами в области радиокомпонентов являются их миниатюризация и унификация. Решению первой проблемы способствует создание новых конструкций на базе новых физических принципов и интеграции нескольких функций в одном компоненте. Создание параметрических рядов на основе базовых конструкций и типовой технологии позволит успешно решить вторую проблему.

Промышленное производство электронных приборов стало массовым. Объем выпускаемых электронной промышленностью изделий исчисляется миллионами и миллиардами штук в год. Поэтому руководство техническим прогрессом в отрасли возможно только при условии проведения единой технической политики в области разработки новых изделий, автоматизации, типизации технологических процессов на основе рациональной специализации и концентрации производства и в организации капитального строительства.

В плане 1971–1975 гг. предусматриваются высокие темпы производства технологического оборудования для электронной промышленности. Одной из важнейших задач электронной промышленности является увеличение объема выпуска специального технологического оборудования, перевооружение отрасли новыми высокоэффективными технологическими линиями и оборудованием, оснащенным вычислительной техникой, и обеспечение на этой основе управляемости технологических процессов, включая и полную автоматизацию контрольно-измерительных операций. Производительность новых линий и машин должна непрерывно повышаться при постоянном снижении стоимости изделия.

В целях ускорения технического перевооружения отрасли необходимо технически перевооружить и само машиностроение. В новой пятилетке должна быть значительно улучшена структура выпускаемого оборудования. Основным направлением здесь должно быть производство автоматических и полуавтоматических линий с управлением ЭВМ, выпуск оборудования с программным управлением, что позволит повысить производительность труда в 3–4 раза.

Известно, что развитие электронной техники обуславливается в основном уровнем технологии, в значительной степени предопределяющим конструкции новых электронных приборов, их технические параметры и технико-экономические показатели производства.

Первые результаты внедрения оптимального типового технологического процесса показывают, что можно ожидать увеличения выхода годных даже на начальной стадии в размере 10–15% и более.

Разработка и внедрение новых технологических процессов на базе последних достижений химии, физики, электроники, например фотохимической групповой обработки и электрохимического выращивания деталей электронных приборов, позволяют повысить производительность труда в 3–4 раза; внедрение технологии ионного легирования на основных операциях изготовления полупроводниковых приборов, интегральных схем и т.д. повышает производительность труда в 1,5–2 раза.

Наиболее эффективным средством, обеспечивающим повышение производительности труда и улучшение качества выпускаемых приборов, следует считать создание управляемых технологических процессов и операций. Для этих целей в отрасли проектируется и организуется производство серии программаторов и малых ЭВМ.

Широкое применение унифицированных программаторов, построенных на единой конструктивно-технологической базе по блочно-модульному принципу,

позволит резко сократить время проектирования оборудования с программным управлением.

Особенности управления многофакторными и прецизионными технологическими процессами обуславливают необходимость на первом этапе сбора и обработки большого количества информации со многих контрольных точек технологического процесса (в том числе и с ручным вводом информации). В связи с этим необходимо создание таких информационных систем, которые дают возможность технологу накапливать статистическую информацию для выявления корреляционных зависимостей, построения моделей процессов, выявления важнейших, определяющих качество выполнения операций с целью поддержания их на оптимальном уровне. Решение этой задачи требует внедрения методов статистического контроля и, главное, анализа технологических процессов производства всех массовых и серийных типов приборов на статанализаторах.

Работы по внедрению автоматического управления технологическим процессом требуют также большого внимания со стороны руководителей предприятий и научно-исследовательских институтов и предполагают разработку новых (или уточнение существующих) организационных форм управления производством, а также стыковку с автоматизированными системами управления предприятиями (АСУП).

Кроме того, мы должны расширить и организацию узкоспециализированных по технологическому признаку предприятий и узлов общеминистерского применения, используя новейшие достижения технологии и организации производства и управления. В течение 1971–1975 гг. планируется организация специализированных производств штампованных деталей, деталей, изготавливаемых методами электрохимии и фотохимии, пластмассовых деталей, деталей для интегральных схем и полупроводников, для ЭЛТ и т.д.

Особое внимание следует сосредоточить на механизации вспомогательных производств. Изготовление специального инструмента, нестандартного оборудования, запасных частей должно быть централизовано.

Одной из важнейших задач новой пятилетки является повышение благосостояния народа, улучшение условий его труда и быта. В соответствии с Директивами XXIV съезда КПСС предприятия электронной промышленности должны к 1975 г. увеличить производство товаров культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода в 2,5 раза.

XXIV съезд КПСС призвал тружеников промышленности оказать всемерную помощь сельскому хозяйству нашей страны, подчеркнув, что выполнение заданий партии и правительства по развитию сельского хозяйства является "общенародным делом". Этот призыв нашел широкий отклик в отрасли. В ближайшее время предприятия электронной промышленности поставят сельскому хозяйству ряд электронных приборов и оборудования, применение которых даст возможность повысить материально-техническую базу колхозов и совхозов.

В новой пятилетке получит дальнейшее развитие хозяйственная реформа в отрасли. Переход на новую систему планирования и экономического стимулирования, безусловно, будет способствовать ускорению научно-технического прогресса.

Большое значение для решения проблем развития отрасли имеют долгосрочные прогнозы. Научная обоснованность долгосрочных перспективных планов позволит совершенствовать внутриотраслевую структуру производства, предусмотреть реальные возможности выполнения поставленных задач.

Необходимо усилить внимание к планам по новой технике, которые должны стать органической составной частью плана развития отрасли. Вместе с тем и отраслевой план по всем своим разделам должен быть составлен с учетом темпов научно-технического прогресса.

Мы обязаны в текущем пятилетии разработать научно обоснованные нормы расхода сырья, топлива, электроэнергии, материалов, трудовых затрат по всем выпускаемым изделиям, своевременно проводить пересмотр нормативов, обеспечивая непосредственную связь этих норм с достижениями технического прогресса.

Дальнейшее совершенствование хозяйственного расчета требует разработки комплексной системы экономических нормативов, на основе которых должно определяться планирование объемов производства, реализации, прибыли, фонда заработной платы и других показателей.

Действенность экономических рычагов во многом зависит от системы ценообразования. Правильная система ценообразования должна усилить заинтересованность предприятий и объединений в обновлении продукции, улучшении ее качества, ускорении научно-технического прогресса. Цены на новую технику следует устанавливать с учетом экономического эффекта, который дает ее применение, с тем, чтобы она была выгодна и производителю, и потребителю. Цены — это мощный рычаг экономического управления в руках нашего государства, и мы должны уметь ими пользоваться.

Совершенствование системы планирования и управления народным хозяйством в современных условиях требует широкого применения экономико-математических методов и использования электронной вычислительной техники, т.е. разработки и внедрения АСУП. В связи с поставленной Директивами XXIV съезда КПСС задачей создания единой общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации план работ по внедрению АСУП должен рассматриваться исходя из комплексного плана развития предприятий, объединений и отрасли в целом. АСУП дадут возможность оперативно управлять производством, исключить недостаточно обоснованные решения из-за отсутствия полной и достоверной производственной информации, сократить производственный цикл и повысить ритмичность, более эффективно использовать трудовые и материальные ресурсы. Внедрение АСУП даст большой эффект, хотя и будет сопряжено с ломкой привычных методов управления. Одновременно должны совершенствоваться и методы планирования. Такие задачи можно решить только объединив усилия производителей, экономистов, математиков и организаторов производства предприятия или объединения.

Научно-технический прогресс выдвигает на первый план проблему формирования квалифицированных кадров, требует от рабочих, инженерно-технических работников и работников управленческого аппарата постоянного повышения своих знаний и квалификации.

Необходимо повышать государственную дисциплину, ответственность каждого главного управления, объединения, предприятия, коллектива работников за своевременное выполнение всех плановых заданий. Партия требует от каждого руководителя высокого сознания своего долга перед народом, государственного подхода к решению экономических задач, постоянной заботы об улучшении условий труда работников, повседневной упорной борьбы за повышение социалистической дисциплины, за рациональную организацию труда, производства и управления, за быстрое внедрение достижений науки и техники в производство.

Важно на каждом участке определить конкретные пути реализации намеченной XXIV съездом партии программы интенсификации производства, ускорения научно-технического прогресса.

От редакции

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

НА БАЗЕ ЭКВМ

"Электроника-70"

ЦИФРОПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

ГРАФОПОСТРОИТЕЛЬ



"ЭЛЕКТРОНИКА-70"

ОПТИЧЕСКИЙ СЧИТЫВАТЕЛЬ КАРТ

ПРЕДНАЗНАЧЕН

для решения широкого круга научных и инженерных задач. Кроме того, совместно с дополнительными измерительными, исполнительными и согласующими устройствами может использоваться в измерительных и управляющих системах, в системах автоматизированного проектирования.

ПРЕИМУЩЕСТВА

перед малыми универсальными ЭВМ: простота в эксплуатации, малые габариты и вес, более низкая стоимость.



"ЭЛЕКТРОНИКА-70"

Настольная программируемая вычислительная машина, управляемая как вручную, с клавиатуры, так и автоматически, по программе. Для работы на ней не требуется знания специального машинного языка. Машина вычисляет все элементарные математические функции, производит операции с векторными величинами, выполняет преобразования координат, условный и безусловный переходы при вычислении по программе и т.д. Память машины рассчитана на 16 четырнадцатиразрядных чисел. Вывод информации производится на ЭЛТ и другие внешние устройства. Имеется устройство для записи программы из памяти машины на магнитную карту, а также для обратного считывания с магнитной карты в машину. На одной карте могут быть записаны две программы по 196 шагов каждая. Модель "Электроника-70М" отличается от модели "Электроника-70" вдвое большим объемом памяти, возможностью обращения к подпрограмме и наличием дополнительной клавиши для переписи данных из памяти в регистр.

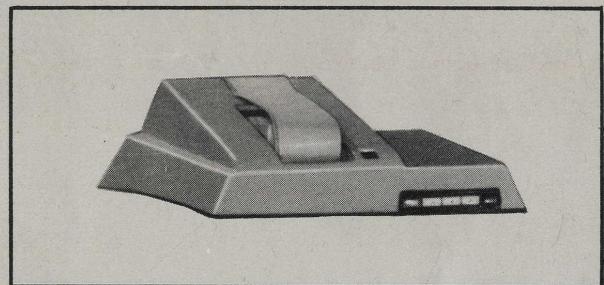


ВРЕМЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ	200 мсек
ДИАПАЗОН ЧИСЕЛ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ	$10^{99} - 10^{99}$
ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ ОТ СЕТИ 220 в (50 гц)	≤ 75 вт
ГАБАРИТЫ	485 × 405 × 210 мм
ВЕС	18 кг

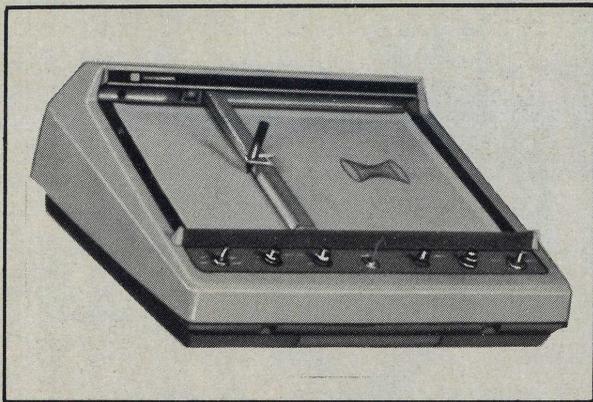


ЦИФРОПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

обеспечивает запись программы и регистрацию результатов вычислений. Применением оригинального электроискрового способа печати на специальную бумажную ленту с токопроводящим покрытием достигается бесшумность работы устройства. Для уменьшения габаритов вычислительного комплекса цифropечатающее устройство монтируется на верхней панели ЭКВМ.



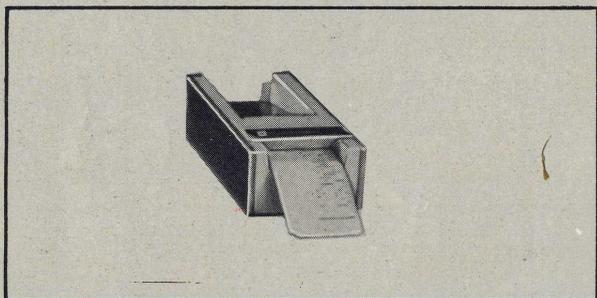
СКОРОСТЬ ПЕЧАТИ	150 строк/мин
ДЛИНА СТРОКИ	15 знаков
ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ ОТ СЕТИ 220 в (50 гц)	≤ 50 вт
ГАБАРИТЫ	300 × 230 × 90 мм



■ ГРАФОПОСТРОИТЕЛЬ

предназначен для быстрого и точного графического воспроизведения результатов расчетов, производимых на машине "Электроника-70/70М", информация по которым запрограммирована или введена в машину вручную с клавиатуры.

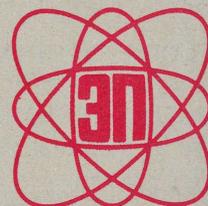
МАКСИМАЛЬНЫЙ РАЗМЕР ГРАФИКОВ	
ПО КООРДИНАТЕ X	380 мм
ПО КООРДИНАТЕ Y	250 мм
ВРЕМЯ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ ПРЯМОЙ, СОЕДИНЯЮЩЕЙ ДВЕ ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ТОЧКИ	0,9 сек
МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИЗОБРАЖАЕМЫХ КВАДРАНТОВ	4
МАСШТАБНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ	200 ед/см
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ	≤ 1 мм
ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ ОТ СЕТИ 220 в (50 гц)	≤ 100 вт
ГАБАРИТЫ	500 × 485 × 215 мм
ВЕС	16 кг



■ ОПТИЧЕСКИЙ СЧИТЫВАТЕЛЬ КАРТ

обеспечивает автоматический ввод в машину программы и числовых данных, нанесенных на стандартную бумажную карту в виде меток. Каждая карта размером 187 × 83 мм рассчитана на 28 команд программы или два четырнадцатизначных числа.

СКОРОСТЬ СЧИТЫВАНИЯ	50 команд/сек
МОЩНОСТЬ, ПОТРЕБЛЯЕМАЯ ОТ ЭВМ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ КАРТЫ	3,5 вт
ГАБАРИТЫ	90 × 135 × 285 мм
ВЕС	2 кг



ИЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

- 12** ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ
- 16** ТИРИСТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В.А. Горохов, М.Б. Щедрин
- 20** Схемы с гребенчатыми характеристиками на основе тиристоров В.А. Гусев, Е.Я. Беляев, В.А. Кравченко, В.В. Старков, К.Г. Меркулов
- 21** Симметричный тиристор средней мощности Б.К. Ежов, Н.Н. Лихацкая, М.И. Рябой
- 24** Монолитная быстродействующая тиристорная матрица В.А. Кравченко, В.А. Гусев, Е.Я. Беляев, К.Г. Меркулов
- 26** Применение тиристорov в сильноточных контактных цепях счетно - перфорационных машин Н.Т. Соколов, М.Г. Сулла, А.С. Сидоркин
- 27** Запираемый тиристор средней мощности А.В. Блюмин, В.И. Будкина, В.А. Бухарин, Н.П. Грузинова, Г.В. Кошеляев, К.В. Румянцев, В.И. Столярова
- 30** Аллюминиевые оксидно-полупроводниковые конденсаторы типа К53-14 Г.П. Кременский, А.А. Панов, П.А. Прудников, А.Д. Шляпников

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ НА ОСНОВЕ МОП-СТРУКТУР

СЕРИЯ

K144

Содержат от 155 до 543 МОП-транзисторов с индуцированным каналом р-типа

ПРИМЕНЯЮТСЯ в устройствах цифровой обработки информации, автоматики и вычислительной техники, в цифровых следящих системах (в качестве импульсной линии задержки и ОЗУ)

КОРПУС: круглый металлостеклянный с 12 выводами
ВЕС одной ИС не превышает 1,6 г

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Частота сдвигающих импульсов, кГц	0-1000 (К1ИР441) 10-1000 (К1ИР442)
Амплитуда сдвигающих импульсов, в	-25,0 ± 3,0
Длительность сдвигающих импульсов, мксек	0,4-10,0
Потребляемая мощность, мвт	≤ 150 (К1ИР441) ≤ 200 (К1ИР442)
Напряжение источника питания, в	-12,6 ± 1
Входная емкость, пф	≤ 3,0
Выходное сопротивление, ком	5-30
Помехоустойчивость, в	1,0
Напряжение на выходе, в	
соответствующее логическому "0"	от 0 до -2
соответствующее логической "1"	от -9 до -13,6

К1ИР441 — три двухфазных квазистатических сдвиговых регистра с числом разрядов 1; 4 и 16.

Входы и выходы последовательные.

К1ИР442 — 90-разрядный двухфазный динамический сдвиговый регистр.

Вход и выход последовательные.

СЕРИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ГИБРИДНЫХ

Содержит элементы диодно-транзисторной логики.

ПРИМЕНЯЕТСЯ в логических и арифметических узлах ЦВМ, схемах цифровой автоматики.

КОРПУС металлополимерный. Размеры 11,8 x 11,8 x 5,0 мм.

ВЕС 1,5 г.

СЕРИЯ

K172

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ НА ОСНОВЕ МОП-СТРУКТУР

K1ЛБ721 — два логических элемента ИЛИ–НЕ на четыре входа каждый, с прямым и инверсным выходами

K1ЛБ722 — логический элемент ИЛИ–НЕ на десять входов, с прямым и инверсным выходами

K1ЛР721 — два логических элемента И–ИЛИ–НЕ на четыре входа каждый, с прямым и инверсным выходами

K1ЛИ721 — четыре логических элемента И на два входа каждый

K1ТР721 — двухступенчатый триггер с отдельными входами

Изготовлены на кремниевой подложке и содержат от 17 до 28 МОП-транзисторов с индуцированным каналом р-типа

ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ для построения устройств дискретного действия

КОРПУС пластмассовый с 14 выводами

ВЕС одной ИС не превышает 1,1 г

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Среднее время задержки распространения информации при $C_H = 20$ пф, мксек	0,6
Потребляемая мощность, мвт	
K1ЛБ721, K1ЛР721, K1ТР721	≤ 80
K1ЛБ722	≤ 45
K1ЛИ721	≤ 160
Коэффициент разветвления по выходу	15,0
Помехоустойчивость, в	$\geq 1,0$
Входное сопротивление, Мом	≥ 15
Напряжение на входе ИС, в	
соответствующее логическому "0"	от 0 до -2,0
соответствующее логической "1"	от -8,5 до -17,0
Напряжение на выходе ИС, в	
соответствующее логическому "0"	от 0 до -1,0
соответствующее логической "1"	от -9,5 до -17,0
Напряжение источника питания, в	-27,0 \pm 2,7

ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫХ МИКРОСХЕМ «Тропа-5»

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	Логические элементы			Усилитель- размножитель 2УИ 151
	2ЛС151	2ЛС152	2ЛН151	
Задержка распространения, нсек	≤ 25	≤ 25	≤ 40	≤ 25
Максимальная потребляемая мощность, мвт	—	—	—	40
Коэффициент объединения по входу	8	8	—	—
Коэффициент разветвления по выходу	5	5	5	15
Помехоустойчивость, в	0,3	0,3	0,3	0,3
Выполняемая логическая функция	2(2И–ИЛИ)	2(2И–ИЛИ)	2НЕ	—

СЕРИЯ ГИБРИДНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЛИНЕЙНО-ИМПУЛЬСНЫХ МИКРОСХЕМ

«Терек-2»

ПРИМЕНЯЕТСЯ В ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕЦАППАРАТУРЕ
КОРПУС МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫЙ.

РАЗМЕРЫ 19,7 x 14,5 x 3 мм

ВЕС НЕ БОЛЕЕ 2 Г

**УСИЛИТЕЛЬ
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ 2УС281**

Напряжение питания, *в* ± 6,3

**УСИЛИТЕЛЬ
КАСКОДНЫЙ 2УС283**

Крутизна вольт-амперной характеристики, *ма/в*

на частоте 5 *Мгц* 10 ± 1,0

на частоте 60 *Мгц* ≥ 6,3

Входное сопротивление на частоте 60 *Мгц*, *ом* ≥ 200

**УСИЛИТЕЛЬ
РЕГУЛИРУЕМЫЙ 2УС282**

Напряжение питания, *в* ± 6,3

Крутизна вольт-амперной характеристики, *ма/в*

на частоте 5 *Мгц* 5 ± 0,5

на частоте 60 *Мгц* ≥ 3,15

**УСИЛИТЕЛЬ
БАЛАНСНЫЙ 2УС284**

Относительный уход выходного напряжения, % ≤ 5

Входное сопротивление на частоте 60 *Мгц*, *ом* ≥ 200

**УСИЛИТЕЛЬ
ПОРОГОВЫЙ 2УС285**

Чувствительность по входному току, *мкА* ≤ 20

Время переброса, *нсек* ≤ 20

**КЛЮЧ ЛИНЕЙНЫЙ
2КД281**

Коэффициент передачи при номинальном
сопротивлении 300 *ом* 0,6 ± 0,1

Коэффициент подавления на частоте
15 *Мгц*, *дБ* ≥ 30

**ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ТОКОВ
НА ПОЛОЖИТЕЛЬНУЮ И
ОТРИЦАТЕЛЬНУЮ
ПОЛЯРНУЮ
2ПД281 2ПД282**

Время переключения тока, *нсек* ≤ 20

Напряжение управления, *в* ± 1

**БЛОК КОНДЕНСАТОРОВ
2НЕ281**

Содержит семь конденсаторов емкостью 10 000 *пф* ± 20%
каждый, при рабочем напряжении 15 *в*

**МАТРИЦА ДИОДНАЯ
2НК281**

Относительный разброс, %
прямых падений напряжения на диодах
при токе 1 *ма* ≤ 15
величины сопротивления резисторов < 1

СЕРИЯ ГИБРИДНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МИКРОСХЕМ

«Посол-2»

Содержит элементы диодно-транзисторной логики с непосредственными связями.

ПРИМЕНЯЕТСЯ в логических и арифметических узлах ЦВМ, схемах цифровой автоматики.

КОРПУС металлостеклянный.

Размеры 11,9 x 11,9 x 3,7 мм ВЕС 1,5 г

ТРИГГЕР СО СЧЕТНЫМ ВХОДОМ 2ТК171

Логическая функция: запоминание двоичной информации

Рабочая частота переключения, <i>МГц</i>	2
Средняя потребляемая мощность, <i>мвт</i>	50
Нагрузочная способность	4
Помехоустойчивость статическая, <i>в</i>	≥ 0,6

ТРИГГЕР С РАЗДЕЛЬНЫМИ ВХОДАМИ 2ТР171

Логическая функция: запоминание двоичной информации

Рабочая частота переключения, <i>МГц</i>	5
Средняя потребляемая мощность, <i>мвт</i>	50
Нагрузочная способность	3-4
Помехоустойчивость статическая, <i>в</i>	≥ 0,6
Уровень выходного сигнала, <i>в</i>	
верхний	≥ 2,6
нижний	≤ 0,3
Рабочий диапазон температур, °С	от -60 до +70
Плотность упаковки, <i>деталей/см³</i>	50

НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ИНВЕРТОР 2ЛР171

Логическая функция: И-ИЛИ-НЕ

Задержка распространения, <i>нсек</i>	
на включение	60-150
на выключение	35-90
Средняя потребляемая мощность, <i>мвт</i>	15
Помехоустойчивость, <i>в</i>	≥ 0,5
Уровень выходного сигнала, <i>в</i>	
верхний	≥ 2,6
нижний	≤ 0,3

РАСШИРИТЕЛЬ 2ЛП171

Логические возможности: самостоятельного применения микросхема не имеет; применяется с мощным инвертором для образования схем И-ИЛИ-НЕ

Потребляемая мощность, <i>мвт</i>	6,5
Коэффициент объединения по входу И	8
Рабочий диапазон температур, °С	от -60 до +70
Плотность упаковки, <i>деталей/см³</i>	22

ДИОДНАЯ СБОРКА 2ЛП173

Применяется совместно с низкочастотным инвертором для образования схем 2 (4И-ИЛИ)

Прямое напряжение, <i>в</i>	
при прямом токе 1 <i>ма</i>	≤ 0,8
при прямом токе 10 <i>мка</i>	≥ 0,5
Обратный ток при обратном напряжении 5,0 <i>в</i> , <i>мка</i>	≤ 1

ТИРИСТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

В последние годы электронная промышленность освоила производство целого ряда новых полупроводниковых приборов на основе *p-n-p-n* структуры. Эти приборы известны под общим названием тиристоры.

Тиристор как однонаправленный ключ и пороговый элемент. Еще недавно тиристоры были достоянием лишь силовых управляемых выпрямителей и преобразователей. К настоящему времени традиционной областью применения тиристоров стала также и импульсная техника.

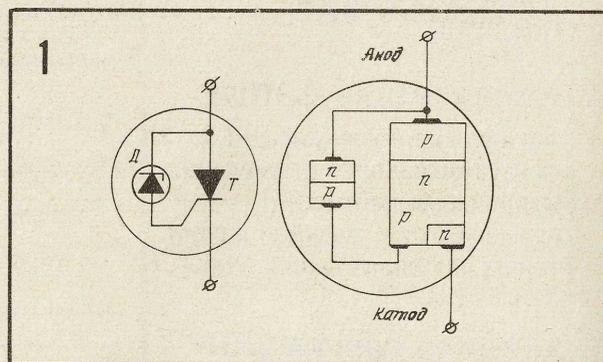
Широкое применение получили тиристорные формирователи мощных импульсов с питанием от источника постоянного тока [1, 2]. Эти формирователи используются для запуска модуляторов радиолокационных станций и импульсного питания искровых камер, зажигания двигателя внутреннего сгорания и поджига импульсных ламп и ignитронов, управления силовыми тиристорами и взрывом тонкой проволоки в магнитном поле, импульсного питания ферродиодных логических элементов и возбуждения полупроводниковых оптических квантовых генераторов.

В устройствах, осуществляющих бесконтактную поочередную коммутацию нагрузок относительно большой мощности, успешно применяются тиристорные счетчики и распределители импульсов [3-5]. Нагрузками могут быть различные исполнительные устройства, например электромагнитные муфты, контакторы, пускатели, обмотки электродвигателя [6, 7], цепи запуска мощных многофазных инверторов [8], обмотки ферромагнитных сердечников [9], некоторые устройства сигнализации и цифровые индикаторы, управляемые постоянным напряжением [10]. Одно из возможных применений тиристорного ключа рассматривается в статье настоящего выпуска [11].

Развитие тиристорной импульсной схемотехники обусловлено значительными преимуществами тиристоров перед транзисторами, работающими в импульсном режиме. В частности, тиристоры не требуют входной мощности для поддержания прибора в открытом состоянии и по сравнению с транзисторами имеют более высокие рабочие напряжения (до 1000 в), большие импульсные токи в открытом состоянии (сотни и даже тысячи ампер), потенциально более высокую надежность в связи

с самоблокировкой при перенапряжениях, существенно больший импульсный коэффициент усиления по току (отношение величины переключаемого тока к току управления составляет $\sim 10^3$). Кроме того, при использовании тиристоров значительно упрощается управление состоянием импульсного столба, собранного из последовательно соединенных полупроводниковых структур.

Успехи, достигнутые на практике в области тиристорной схемотехники к настоящему времени, связаны в основном с использованием тиристора в качестве ключа. Это отражено в системе параметров [12, 13], которая введена в частные технические условия на серийные приборы малой и средней мощности. Вместе с тем тиристор как прибор с двумя устойчивыми состояниями в принципе может использоваться в качестве порогового элемента [14]. При этом он способен заменить отдельные узлы регенеративных схем, что приводит к упрощению аппаратуры и соответствующему повышению ее надежности. Однако для реализации этого весьма перспективного направления необходимо изыскать пути повышения стабильности экстремальных точек вольт-амперной характеристики тиристоров. Одним из возможных путей создания порогового тиристора является соединение *p-n-p-n* структуры Т и двухслойной структуры Д (рис. 1), имеющей стабилитронную характеристику. Пороговое напряжение такого тиристора определяется напряжением стабилизации двухслойной структуры Д.

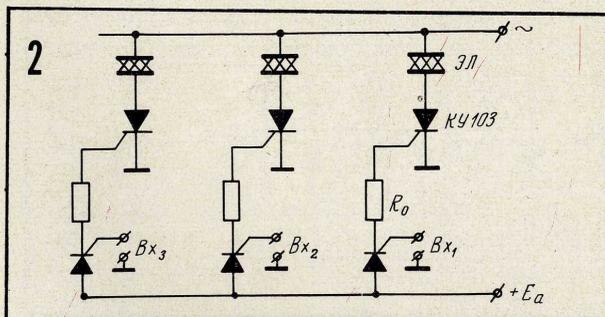


Двунаправленный тиристор для коммутации цепей переменного тока. Дальнейшее развитие тиристорной техники должно идти, с одной стороны, в направлении улучшения характеристик и парамет-

ров тиристора как однонаправленного ключа и порогового элемента, а с другой стороны, по пути использования еще не раскрытых полностью функциональных возможностей, присущих приборам с многослойной структурой. Так, тиристор на сегодняшний день следует считать наиболее приемлемым ключом в цепях переменного тока. При этом коммутацию силовых цепей целесообразно осуществлять с помощью симметричных тиристоров, параметры и свойства которых рассмотрены в работе [15]. Использование симметричных тиристоров для переключения слаботочных цепей затруднено, так как у этих приборов существенно ограничена снизу величина рабочего тока анода. Вместе с тем создание полупроводникового ключа, обеспечивающего эффективную коммутацию слаботочных цепей переменного тока и двуполярных сигналов, является актуальной проблемой до настоящего времени. В частности, такие ключи необходимы для обработки и передачи информации в устройствах телеметрии, связи, аналогово-вычислительной техники, а также для отображения информации с помощью электролюминофоров.

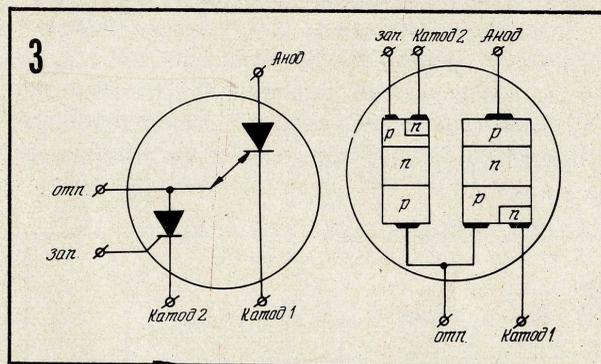
Одним из возможных решений этой проблемы является использование средств оптоэлектроники, например путем применения светодиодов совместно с симметричными фототранзисторами или с фоторезисторами. Однако такие оптоэлектронные ключи не представляется возможным в ближайшее время выполнить в виде монолитных интегральных схем.

Во многих случаях для переключения слаботочных цепей переменного тока могут быть использованы триодные тиристоры, так как в них действует транзисторный эффект, который позволяет управлять обратным сопротивлением $p-n-p-n$ структуры. Например, для коммутации электролюминофоров успешно применяется триодный тиристор типа КУ103 (рабочее напряжение 300 в, ток нагрузки 2 ма). Управление ключами в этом случае целесообразно осуществлять с помощью тиристорной матрицы [16], включенной по схеме, изображенной на рис. 2. Функцию ограничительного сопротивления R_0 может выполнять распределенное сопротивление базы тиристора КУ103. Заметим, что имеется принципиальная возможность выполнения коммутирующих и управляющих тиристоров на одном кристалле.



Запираемый по входу тиристор в силовых и логических схемах. Новыми функциональными возможностями обладают запираемые по входу тиристоры [17]. Отечественная электронная промышленность уже освоила производство этих приборов, переключающих токи в диапазоне 0,05–2 а и напряжения до 200 в. Параметры и свойства запираемых тиристоров средней мощности рассмотрены в работе [18].

При использовании запираемых тиристоров средней мощности прежде всего приходится решать задачу построения простых схем генераторов управляющих импульсов. Решение этой задачи осложнено двумя факторами. Во-первых, отпирающий и запирающий импульсы имеют различную полярность, и поэтому невозможна диодная развязка. Во-вторых, амплитуда тока запирающего импульса пропорциональна току анода перед запирающим, а необходимое запирающее напряжение — базовому сопротивлению. Так, для запирающих тиристоров средней мощности (ток анода $I_a = 2$ а, напряжение на аноде $U_a = 200$ в) необходимо иметь управляющий импульс амплитудой $I_{упр} = 0,6 \div 0,7$ а при напряжении 35–40 в. Наиболее рациональным решением при построении схем управления представляется использование вспомогательного маломощного тиристора в цепи запирающего [19]. В этом случае схемы управления не содержат реактивных коммутирующих элементов, что обеспечивает малые габариты, вес и высокое быстродействие, определяемое только временем переключения четырехслойной структуры. Поэтому весьма целесообразна отработка интегрального двухоперационного ключа, состоящего из запираемой и вспомогательной четырехслойных структур с пятью выводами, как показано на рис. 3. Такой ключ может быть выполнен в виде гибридной или монолитной интегральной схемы.



Маломощные запираемые тиристоры являются перспективными элементами логических схем и устройств управления маломощными газоразрядными и вакуумными приборами (цифровые и знаковые индикаторы, декатроны и т.д.).

Еще большие возможности при построении логических схем открывает использование четырехвыводных (тетродных) тиристоров. Здесь можно определить два направления. Одно из них предпо

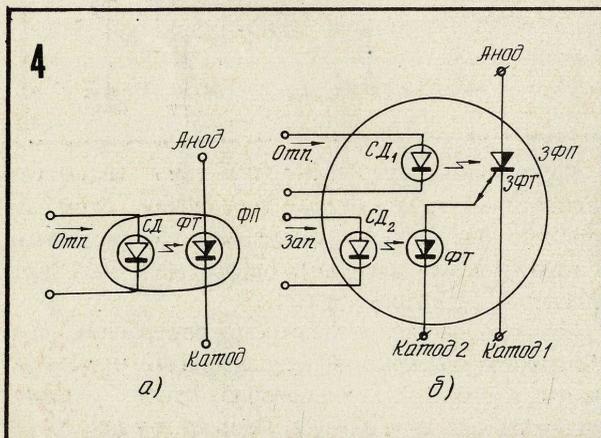
лагает применение тетродных тиристоров, имеющих два устойчивых состояния [20], а основу второго составляет использование четырехвыводной $p-n-p-n$ структуры вместо пары транзисторов различной проводимости с непосредственными связями, причем закрытое состояние структуры обеспечивается с помощью внешних элементов [21].

Определенный интерес представляет использование многослойной структуры с "гребенчатой" вольт-амперной характеристикой [22] при разработке многоустойчивых логических и импульсных элементов [23].

Фототиристор в устройствах оптоэлектроники.

Интенсивное развитие оптоэлектроники стимулирует создание новых типов полупроводниковых приборов, в том числе фотодиодов, фототранзисторов, светоизлучающих диодов. Большие возможности для разработки различных оптоэлектронных устройств открывает создание фототиристоров [24] (ФТ), способных включаться коротким световым импульсом длительностью от десятых долей до единиц микросекунд. При построении схем на ФТ в качестве источника световых импульсов удобно использовать диоды из арсенида галлия, дающие ИК излучение. Применение матриц из ФТ и светоизлучающих диодов (СД) упрощает оптоэлектронные разъемы, устройства считывания данных с перфолент и перфокарт, преобразователи угол-код, так как позволяет отказаться от дополнительных каскадов усиления и формирования выходных сигналов. Более того, ФТ и СД можно заключить в общий корпус и рассматривать как единый прибор-фотопереклюатель (ФП). Этот прибор (рис. 4, а) по существу является мощным оптоэлектронным реле. Такое реле обеспечивает полную развязку цепей управления и силовой нагрузки, но при питании постоянным током для отключения нагрузки обычно требует использования реактивных элементов.

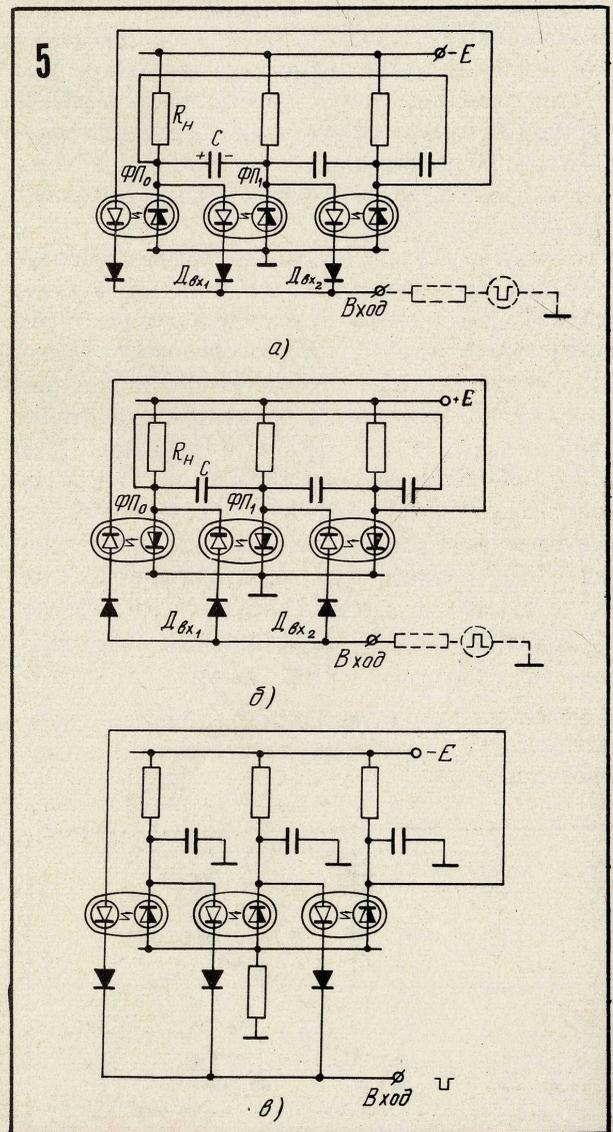
Дальнейшим развитием фотопереклюателя может явиться гибридный оптоэлектронный ключ (рис. 4, б), содержащий запираемый фототиристор ЗФТ, включенный в цепь нагрузки, маломощный фототиристор ФТ в цепи запираания и два светодиода СД₁ и СД₂.



Наряду с полной электрической развязкой входа и выхода ФП и ЗФП обладают таким свойством, как повышенная помехозащищенность в закрытом и особенно в открытом состоянии. Это обусловлено тем, что СД имеет собственный порог срабатывания (излучение равно нулю, если напряжение на диоде меньше 1–1,5 в); на входе фототиристора отсутствуют электромагнитные наводки, так как корпус переключателя выполняет функции экрана, и, кроме того, на управляемый светом вход не действуют помехи, неизбежные в случае, например, трансформаторного входа.

Отмеченные достоинства оптоэлектронных ключей наиболее ярко проявляются при создании многозарядных счетчиков и распределителей на $p-n-p-n$ приборах, а также мощных высоковольтных импульсных генераторов и модуляторов [25], так как основным недостатком тиристорных высоковольтных установок является необходимость хорошей изоляции между тиристорами столба и пусковой цепью.

На рис. 5 показаны возможные варианты кольцевой счетной схемы, выполненной на ФП. Каждый



разряд счетчика, кроме нагрузки и ФП, содержит только коммутирующий конденсатор С и диод $D_{вх}$, причем последний может быть исключен, если на-пряжение Е меньше допустимого обратного на-пряжения диодов СД. В схеме на рис. 5, а, работающей от отрицательных входных импульсов, нагрузки и коммутирующие конденсаторы включены в катод-ные цепи фототиристоров.

Счетчик, показанный на рис. 5, б, содер-жит нагрузки и коммутирующие конденсаторы в анодных цепях ФП и работает от счетных импуль-сов положительной полярности. Если необходимо предотвратить появление коммутирующих импуль-сов на зажимах всех нагрузок, то следует приме-нять счетчик, в котором между выходами разрядов отсутствует емкостная связь (рис. 5, в). Сравнение схем, приведенных на рис. 5, со счетчи-ками, выполненными на диодных и триодных тири-сторах [3-5], показывает, что использование фотопереклюателей позволяет существенно упро-стить цепи связи между разрядами в счетных схемах и повысить помехозащищенность счетных устройств.

Следует отметить, что исследования новых классов тиристоров (двунаправленных, управле-мых светом, запираемых по входу, в том числе че-тырехвыводных) еще остаются достаточно актуаль-ными, и обмен информацией в этой области должен быть как можно оперативнее и полнее. Это может способствовать дальнейшей разработке функцио-нальных возможностей приборов на основе *p-n-p-n* структуры для решения задач комплексной миниа-тюризации и повышения надежности радиоэлектрон-ной аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

- Онищенко В.М. "Приборы и техника экс-перимента", 1968, № 1, стр. 5.
- Щедрин М.Б., Голованов Ю.В. "По-лупроводниковые приборы в технике электросвя-зи", под ред. И.Ф.Николаевского, вып.4. Изд-во "Связь", 1969, стр. 106.
- Ауэн Л.Ф. Бесконтактные переключатели и пересчетные схемы на тиристорах. Изд-во "Энергия", 1968.
- Билик Р.В. и др. Импульсные схемы на динисторах и тиристорах. Изд-во "Наука", 1968.
- Горохов В.А. и др. "Полупроводниковые приборы и их применение", под ред. Я.А.Федо-това. Вып. 19. Изд-во "Сов. радио", 1968, стр. 219.
- Харрис. "Электроника" (пер. с англ.), 1967, т. 40, № 14, стр. 12.
- Тиристоры (технический справочник). Пер. с англ. Изд-во 2-е, доп. Изд-во "Энергия", 1971.
- Нежданов И.В. Инверторы на тиристорах. Изд-во "Энергия".
- Дейнеко В.Н. и др. Феррит-диодные трех-тактные элементы автоматики и вычислитель-ной техники. Изд-во "Энергия", 1966.
- Коротков А.М., Мочалов В.Д. Счет-чики импульсов на динисторах. Изд-во "Энер-гия", 1966.
- Соколов Н.Т. и др. См. настоящий выпуск, стр.26.
- Горохов В.А. Сб. работ МЛТИ, вып. 16, "Вопросы физики и применения тиристоров", 1967, стр. 65.
- Горохов В.А., Щедрин М.Б. Там же, стр. 111.
- Гаряинов С.А., Абезгауз И.Д. Полу-проводниковые приборы с отрицательным со-противлением. Изд-во "Энергия", 1970.
- Ежов Б.К. и др. См. настоящий выпуск, стр.21.
- Кравченко В.А. и др. Там же, стр.24.
- Каганов И.Л., Малахов Э.С. "Элек-тричество", 1966, № 1, стр. 28.
- Блюмин А.В. и др. См. настоящий выпуск, стр.27.
- Горохов В.А. и др. "Электротехника", 1969, № 12, стр. 8.
- Ваганов В.И., Петухов В.В. "Полу-проводниковые приборы и их применение", под ред. Я.А.Федотова. Вып. 19. Изд-во "Сов.ра-дио", 1968, стр. 190.
- Горохов В.А., Качала Н.Н. "Полупро-водниковые приборы и их применение", под ред. Я.А.Федотова. Вып. 22. Изд-во "Сов. радио", 1969, стр. 260.
- Гусев В.А. и др. См. настоящий выпуск, стр.20.
- Многозначные элементы и структуры. Сб. ста-тей. Под ред. В.П.Сигорского. Изд-во "Сов. радио", 1967.
- Хоуэлл. "Электроника" (пер. с англ.), 1964, т. 37, № 15, стр. 13.
- Джентри Ф. и др. Управляемые полупро-водниковые вентили. Пер. с англ. Под ред. В.М.Туркевича. Изд-во "Мир", 1967.

УДК 621.382.2.072.1.004

В.А.Горохов, М.Б.Щедрин

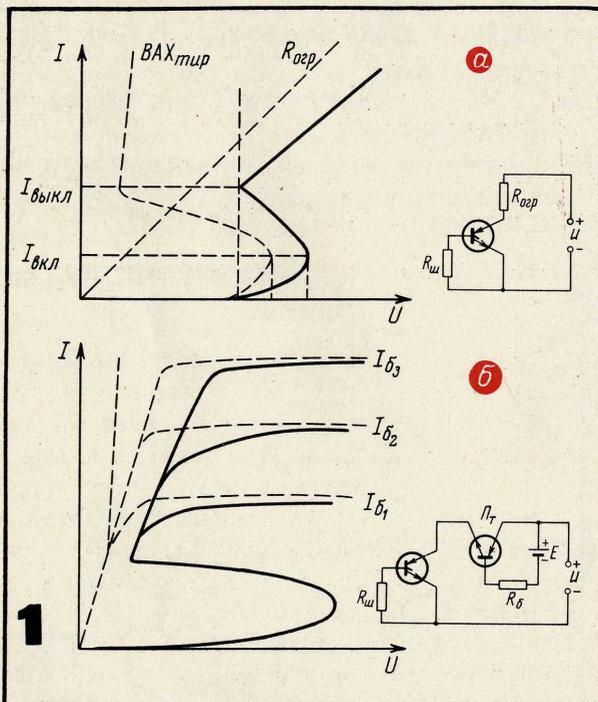


СХЕМЫ С ГРЕБЕНЧАТЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ТИРИСТОРОВ

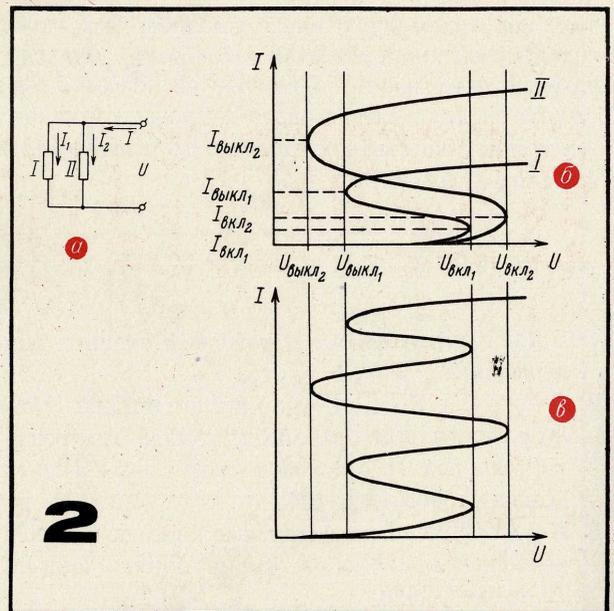
В.А.Гусев, Е.Я.Беляев, В.А.Кравченко,
В.В.Старков, К.Г.Меркулов

Схемы с числом устойчивых состояний больше двух находят широкое применение в различных областях радиоэлектроники и вычислительной техники. На их основе строятся амплитудно-цифровые преобразователи, сумматоры, многопредельные ограничители сигнала и т.д. Для создания таких схем приходится прибегать к объединению элементов, имеющих два устойчивых состояния (туннельных диодов, триггеров на транзисторах и т.д.).

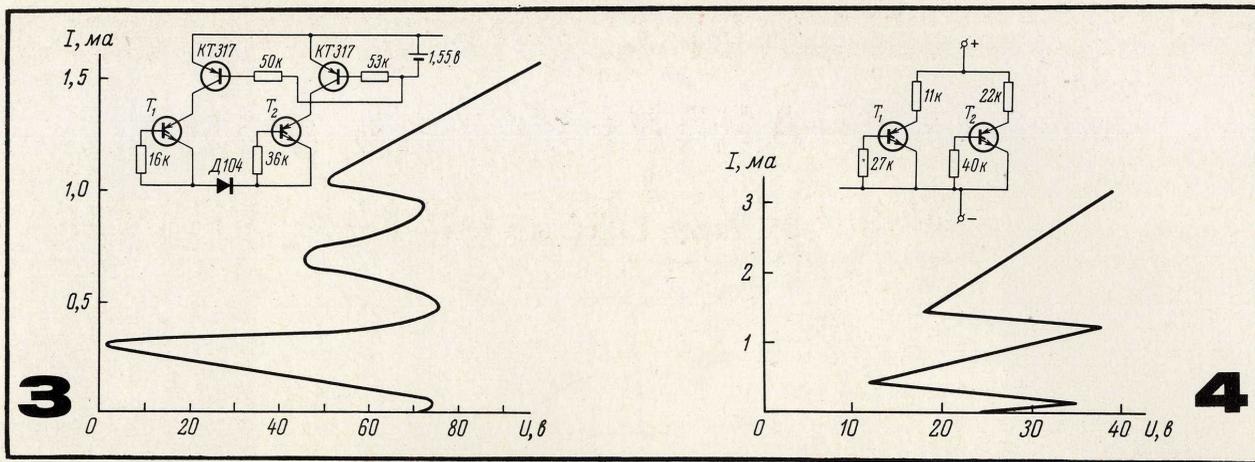
В последнее время все большее распространение в электронной технике получают тиристоры. Приборы этого класса имеют S-образные вольт-амперные характеристики, причем форма характеристики может корректироваться путем различных схемных решений (изменением проводимости шунта в управляющем переходе [1], применением резистивного (рис. 1, а) или транзисторного (рис. 1, б) ограничения в цепи анода тиристора и т.д.).



Одним из способов получения многоустойчивой (гребенчатой) вольт-амперной характеристики является параллельное соединение двух тиристоров (рис. 2, а) при определенных параметрах каждого из них (рис. 2, б). Из рис. 2, б видно, что суммарная вольт-амперная характеристика такой схемы имеет четыре устойчивых участка. При параллельном соединении к-тиристоров и при соблюдении условий $U_{вкл\ i+1} > U_{вкл\ i}$; $U_{выкл\ i} > U_{выкл\ i+1}$ можно получить схему, реализующую 2^k устой-



чивых состояния (рис. 3), а при условии $U_{вкл\ i+1} > U_{вкл\ i}$; $U_{выкл\ i} < U_{выкл\ i+1}$ — $k + 1$ устойчивых состояний (рис. 4). В качестве р-п-р-п структур в схемах рис. 3 и 4 использованы экспериментальные образцы планарно-эпитаксиальных тиристоров. В схему рис.3 дополнительно включен диод для увеличения $U_{выкл}$ первого тиристора. Отно-



сительная простота рассмотренных схем позволяет реализовать их в интегральном исполнении. Схемы с гребенчатыми характеристиками в интегральном исполнении могут найти применение в вычислительных машинах с системой исчисления, отличной от двоичной, что приведет к значительно повышению скорости обработки информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев В.А. Исследование многослойных полупроводниковых структур. Диссертация, Киев, 1968.
2. Сигорский В.П., Ситников Л.С., Утяков Л.М. Многоустойчивые элементы дискретной техники. М.-Л., «Энергия», 1965.
3. Фельдбаум А.А. Введение в теорию нелинейных цепей. Госэнергоиздат, 1948.

УДК 621.382.3.072.1

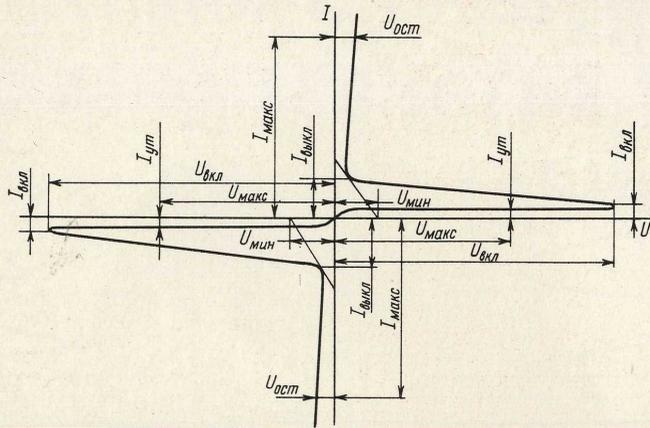
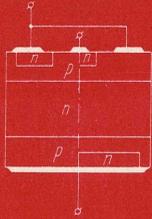
ТИРИСТОР СИММЕТРИЧНЫЙ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Б.К. Ежов, Н.Н. Дихацкая, М.И. Рябой

- Разработанный прибор может успешно применяться
- в качестве бесконтактного реле переменного тока для коммутации цепей автоматики и силовых цепей средней мощности,
 - в качестве регуляторов в схемах фазового управления мощностью и стабилизаторов напряжения переменного тока,
 - в качестве исполнительных элементов в замкнутых системах автоматического регулирования и т.д.

Симметричные тиристоры (СТ) средней мощности (рис.1) изготавливаются по диффузионно-планарной технологии на кремнии n -типа с удельным сопротивлением 32 ом.см. Трехслойная $p-n-p$ структура образуется в результате одновременной одностадийной диффузии алюминия и бора из водных растворов соответствующих солей, нанесенных на поверхность шлифованной кремниевой пластины. Для снижения падения напряжения на приборе в открытом состоянии проводится одновременное двустороннее легирование приповерхностных слоев бором

($p^+-p-n-p^+$ структура). Для образования эмиттерных областей n -типа на противоположных сторонах пластины в окна, вскрытые в окисной пленке с помощью двусторонней фотолитографии, проводится диффузия алюминия. Геометрия и точное взаимное расположение эмиттеров обуславливает само существование СТ. Выполнение этих требований для кристаллов малых размеров обеспечивается лишь с помощью фотолитографии, поэтому для СТ средней мощности специально разработана установка для двустороннего совмещения и экспонирования.



1

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Невыпрямляющие локальные контакты создаются химическим никелированием готовой структуры, с применением фотолитографии. Для СТ средней мощности применен стандартный холодносварной металлоглазанный корпус тиристоров типа КУ201.

Эквивалентную схему СТ можно представить как комбинацию из двух обычных тиристоров, включенных встречно-параллельно и выполненных в виде твердой схемы в одном кристалле. Принцип действия его достаточно полно освещен в работах [1-3].

СТ, имеющий симметричную относительно начала координат вольт-амперную характеристику (см.рис.1), может быть переведен из состояния с высоким импедансом в состояние с низким импедансом подачей тока управления любой полярности (независимо от полярности анодного напряжения) при соответствующей геометрии пятислойной структуры. В данной разработке использованы следующие варианты управления: положительный или отрицательный импульс тока при прямом анодном напряжении и отрицательный импульс при обратном анодном напряжении. Такое ограничение было принято в целях улучшения частотных свойств прибора.

В связи с тем, что характеристика прибора при прямом и обратном анодном напряжении определяется совокупностью одних и тех же параметров, для оценки прибора в целом взяты худшие значения по каждому из параметров.

Основным классификационным параметром, по которому производится разделение приборов на группы, является предельно допустимое напряжение $U_{\text{макс}}$ — наибольшее значение амплитуды переменного напряжения (в случае отсутствия управляющего сигнала и при определенной скорости нарастания напряжения анодной цепи), при котором прибор еще находится в закрытом состоянии и обеспечиваются заданные срок службы, надежность и стабильность в ждущем режиме.

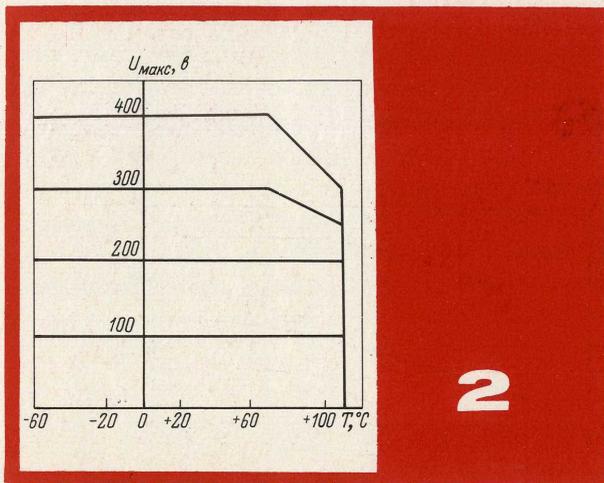
Нормы на другие классификационные параметры СТ (общие для всех типов) приведены ниже.

Остаточное напряжение, в	≤ 2
Ток утечки, ма	≤ 5
Ток спрямления, ма	
при $T_{\text{окр.ср}} -60^{\circ}\text{C}$	≤ 250
при $T_{\text{окр.ср}} +25^{\circ}\text{C}$	≤ 150
Напряжение спрямления, в	
при $T_{\text{окр.ср}} -60^{\circ}\text{C}$	≤ 7
при $T_{\text{окр.ср}} +25^{\circ}\text{C}$	≤ 5
Предельно допустимый ток помехи, ма	≥ 1,0
Предельно допустимое напряжение помехи, в	≥ 0,15
Ток выключения, ма	≤ 150
Время включения, мксек	≤ 10
Время выключения, мксек	≤ 150

Предельно допустимые параметры

Мощность рассеивания на аноде	
при $T_{\text{корп}} \leq 70^{\circ}\text{C}$, вт	10
Действующее значение тока	
при $T_{\text{корп}} \leq 70^{\circ}\text{C}$ (угол проводимости $\theta=90^{\circ}$), а	5
Амплитудное значение тока перегрузки открытого прибора в течение одного полупериода на частоте 50 гц при $T_{\text{корп}} \leq 70^{\circ}\text{C}$, а	30
Импульсный ток управляющего электрода	
при $t_{\text{имп}} \leq 50$ мксек и $T_{\text{корп}} \leq 70^{\circ}\text{C}$, а	1,0
Амплитуда напряжения на управляющем электроде	
при $t_{\text{имп}} \leq 50$ мксек и $T_{\text{корп}} \leq 70^{\circ}\text{C}$, в	10
Скорость изменения напряжения на аноде, в/мксек	10

По величине допустимого анодного напряжения $U_{\text{макс}}$ приборы разделяются на четыре группы: 100; 200; 300; 400 в. Принадлежность прибора к той или иной группе устанавливается по результатам измерения токов утечки. Приборы подвергаются длительному испытанию при максимальной рабочей температуре и при напряжении на аноде, равном $1,2 U_{\text{макс}}$. При длительной работе прибора в этом режиме, особенно при температурах выше 70°C , наблюдается значительный рост токов утечки, что приводит в отдельных случаях к самопроизвольному переходу в открытое состояние. Это явление более заметно у приборов высших групп (300 и 400 в), поэтому при выборе режимов работы величину максимально допустимого напряжения следует выбирать, руководствуясь графиком, приведенным на рис.2.

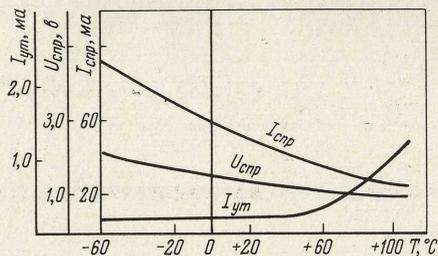


2

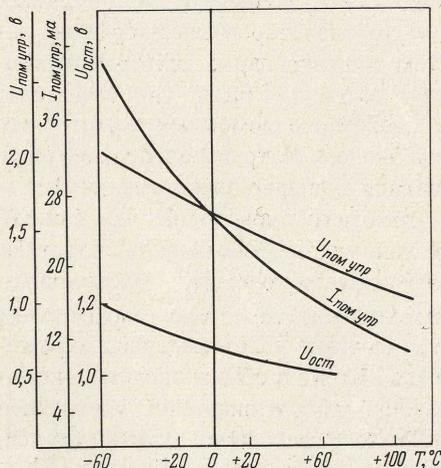
Норма тока утечки при положительной и отрицательной полярности для всех групп принята равной 5 ма с учетом возможного увеличения ее в процессе срока службы, хранения и в результате воздействия различных внешних факторов (термоциклов, влаги, механических воздействий и т.д.).

Гарантированный диапазон рабочих температур для СТ принят от -60°C окружающей среды до $+110^\circ\text{C}$ на корпусе прибора.

На основании опытных данных были построены гистограммы и кривые распределений приборов по отдельным параметрам. На рис. 3 приведены зависимости медианного значения распределений тока утечки, тока спрямления и напряжения спрямления от температуры; на рис. 4 – аналогичные зависимости для остаточного напряжения и предельно допустимых напряжения и тока помехи. Нагрузочные



3



4

свойства прибора характеризуются допустимой температурой перехода, которая складывается из температуры окружающей среды и температуры перегрева перехода в результате выделяемой прибором мощности. Составляющими этой мощности являются: мощность, обусловленная токами утечки в закрытом состоянии; мощность переходного процесса и мощность, обусловленная током нагрузки. Сумма рассеиваемой мощности токов утечки и мощности переходного процесса не превышает $5-7\%$ мощности в открытом состоянии.

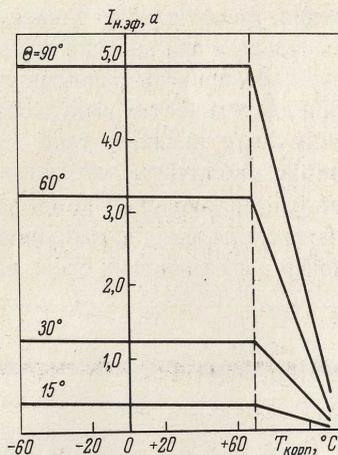
При максимально возможном значении теплового сопротивления R_T , равном 4 град/вт , максимальной температуре перехода 110°C и допустимой мощности рассеяния 10 вт температура корпуса $T_{\text{корп}}$ согласно формуле

$$P_{\text{доп}} = \frac{T_{p-n} - T_{\text{корп}}}{R_T}$$

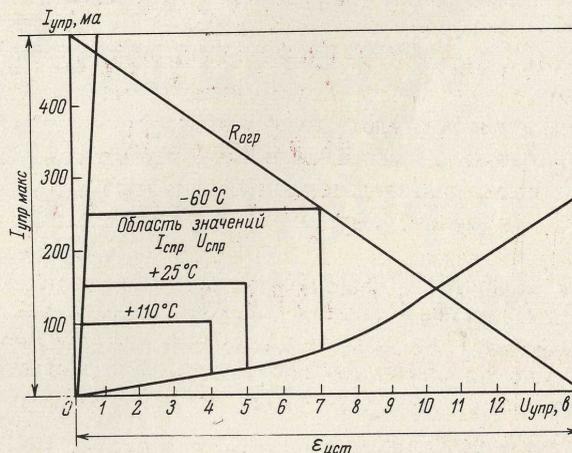
равна 70°C , что соответствует полной величине нагрузки 5 а (эб) при норме остаточного напряжения 2 в .

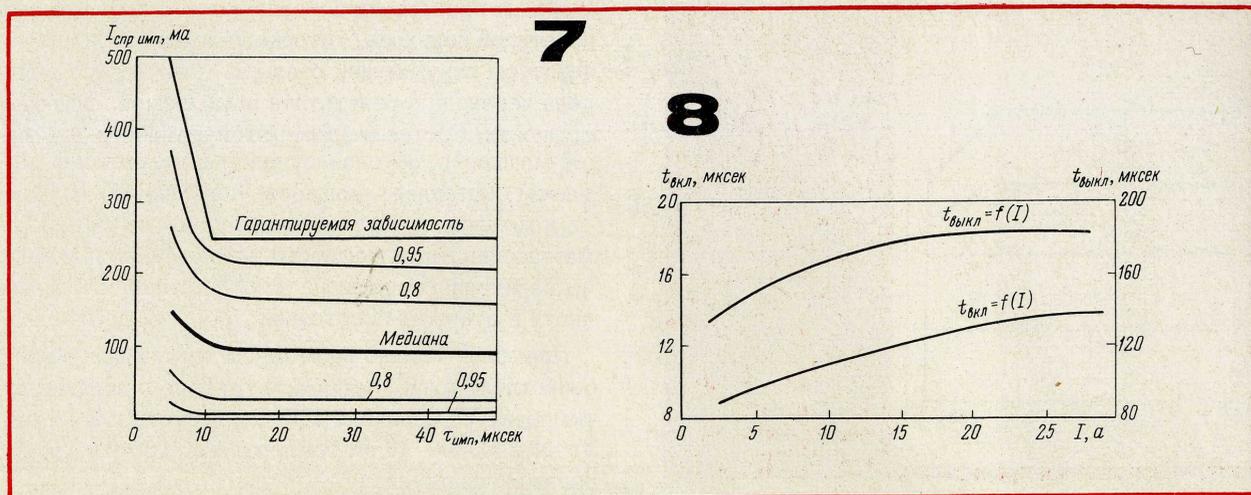
При дальнейшем повышении температуры корпуса ток нагрузки снижается. Гарантируемая зависимость тока нагрузки от температуры показана на рис. 5. На рис. 6 представлен график расчета цепи управления. В связи с наличием разброса тока спрямления и напряжения спрямления, а также

5



6





чувствительности этих параметров к температурным изменениям значения $I_{спр}$ и $U_{спр}$ для реальных приборов занимают на графике определенную площадь, ограниченную сверху и справа нормами параметров, а снизу и слева – предельными характеристиками. При расчете пускового устройства необходимо выбирать величины напряжения и токоограничивающего сопротивления таким образом, чтобы обеспечить надежное включение любого прибора и не превысить предельно допустимые параметры.

Амплитуды тока и напряжения спрямления при длительностях импульсов, больших времени включения, имеют слабую зависимость от длительности импульса и при наличии определенного запаса могут быть приняты равными статическим значениям. При длительностях импульсов, меньших времени включения, величину тока спрямления необходимо резко увеличить для создания в базах заряда, обеспечивающего процесс включения. Это обстоятельство нужно учитывать при проектировании электрических схем, выбирая норму тока

спрямления с учетом зависимости, приведенной на рис.7.

В тех случаях, когда время включения и время выключения прибора являются критическими, нормы этих параметров следует корректировать согласно графику (рис. 8) в зависимости от реального тока нагрузки, на который включается прибор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aldrich R.W., Holohyak H. "J. Appl. Phys.", 1959, v.30, p.1819–1824.
2. Gentry et al. "Proc. IEEE", 1965, v.53, N4
3. Евсеев Ю.А. Разработка и исследование многослойных структур с $p-n$ переходами – симметричных тиристоров. Диссертация. Л., Физико-технический институт им.А.Ф.Иоффе АН СССР, 1966.

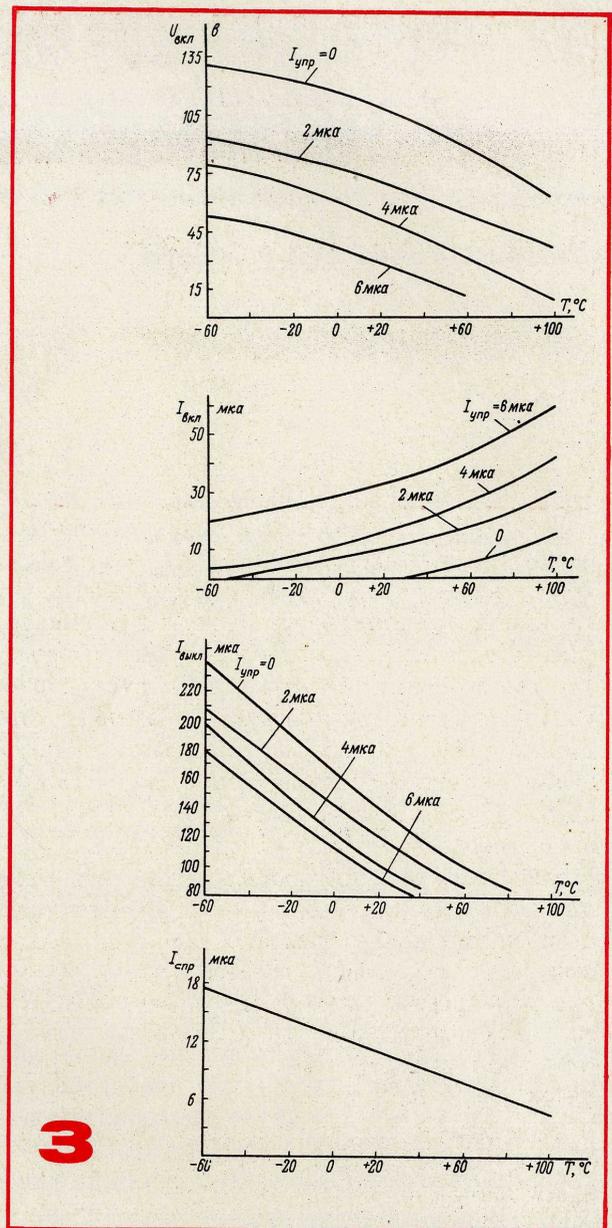
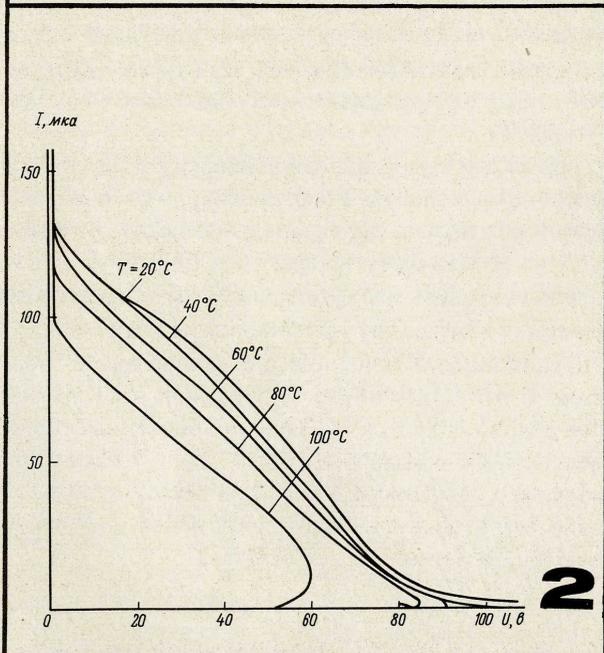
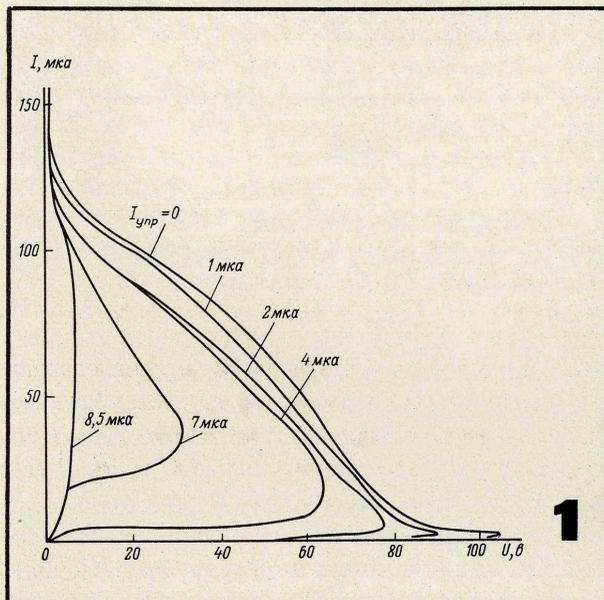
УДК 621.382.2.072.1:546.28

МОНОЛИТНАЯ БЫСТРОДЕЙ- СТВУЮЩАЯ ТИРИСТОРНАЯ МАТРИЦА

В.А.Кравченко, В.А.Гусев, Е.Я.Беллев,
К.Г.Меркулов

В связи с работами по созданию бескорпусных быстродействующих тиристоров для гибридных интегральных схем и интегральных быстродействующих тиристорных матриц [1] были исследованы электрические свойства маломощных тиристорных матриц с общим анодом. Матрицы изготавливались по унифицированной планарно-эпитаксиальной технологии для маломощных тиристоров. Для повышения быстродействия матриц кремниевая пластина равномерно легировалась золотом. Полученные образцы матриц имели не менее четырех тиристорных элементов. Исследование вольт-амперных характеристик элементов матриц с общим анодом проводилось на установке, обеспечивающей устойчивое измерение и осциллографирование участка отрицательного дифференциального сопротивления [2].

На рис. 1 представлено семейство обобщенных вольт-амперных характеристик элементов матрицы при различных управляющих токах $I_{упр}$, а на рис. 2 — при различных температурах (от 20 до 100°C). Обобщенные зависимости статических параметров элементов тиристорной матрицы от управляющего тока и температуры (в интервале от -60 до +100°C) приведены на рис. 3. Проведенные исследования показали, что элементы тири-



сторной матрицы обладают характеристиками, лежащими в достаточно узких пределах, и имеют идентичные зависимости основных параметров от температуры и тока управления, что является одним из основных требований, предъявляемых схемотехникой. Динамические параметры тиристорных элементов матрицы находятся в пределах: $\tau_{уст} = 20 \div 30$ нсек; $\tau_{выкл} = 0,5 \div 0,8$ мксек (прямой ток 50 ма). Мощность, рассеиваемая тиристорным элементом, составляет 45 мвт.

ЛИТЕРАТУРА

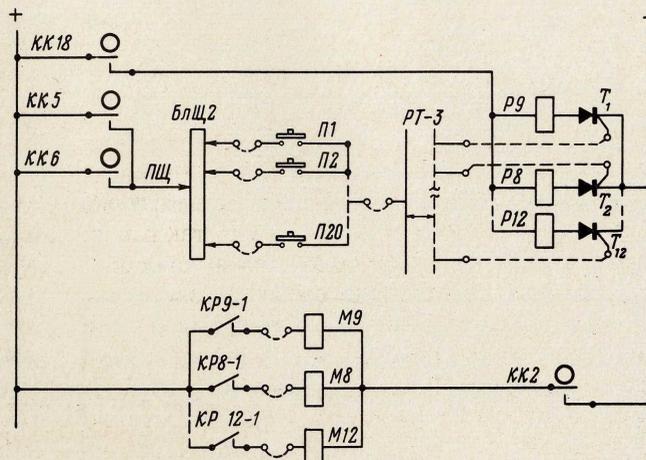
1. Кравченко В.А., Беляев Е.Я., Меркулов К.Г., Гудым В.Д. Кремниевый быстродействующий бескорпусный тиристор. «Электронная промышленность», 1971, вып.1, стр.39.
2. Гусев В.А. Авт.свид. кл.21е, № 2677443.

УДК 621.383.932:539.2

ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРОВ

в силовых контактных цепях счетно-перфорационных машин

Н.Т.Соколов, М.Г.Сулла, А.С.Сидоркин



МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ СХЕМА
СОРТИРОВАЛЬНОГО АППАРАТА СЭ80-3

Такие качества тиристорov, как высокая устойчивость к воздействию вибрации, отсутствие необходимости в постоянном наблюдении и обслуживании, позволили использовать их и в силовых цепях счетно-перфорационных машин (СПМ). В качестве примера рассмотрим сортировальный аппарат СЭ80-3. Опыт эксплуатации показал, что самыми ненадежными узлами СЭ80-3 являются контрольный аппарат и блок сортировки, выполненные на тиратронах типа ТГ1-0,1/1,3. Замена одного тиратрона на другой и даже их подбор по параметрам не привели к заметным улучшениям работы схем. Переделка тиратронных схем на тиристорные резко повысила их надежные характеристики и стабильность работы, а также позволила решить более частные задачи, связанные с техническим обслуживанием и эксплуатацией СЭ80-3. Кроме того, упразднение цепей накала и сеточного смещения тиратронов, а следовательно, и большого количества реле, привело к снижению как эксплуатационных расходов на обслуживание СПМ, так и непосредственной стоимости этих машин. На рисунке изображена модернизированная схема сортировального аппарата СЭ80-3, где переделки осуществлены за счет блока алфавитного сортирования.

Работа схемы сводится к следующему. Через синхронизированные по времени устройства кулач-

ковых контактов, пробивку в перфокарте, шеточный блок Бл Щ2 и токораспределитель РТ-3 сигнал подается на управляющий электрод соответствующего тиристора. Тиристор открывается и обеспечивает возбуждение обмотки реле Р, включенного в цепь анода тиристора. Реле, замыкая свой контакт КР, подготавливает цепь для срабатывания соответствующего магнита кармана М. После считывания информации шеточным блоком Бл Щ2 цикл сортировки заканчивается; при этом анодная цепь тиристора разрывается кулачковым контактом КК18.

Такой же модернизации подвергнута и схема контрольного аппарата сортировки. Установление тиристорov вместо сортировального реле в электромеханические сортировки типа С45/80-5 позволило устранить наблюдавшееся ранее подгорание ламелей коммутатора от токовых перегрузок.

Приведенные примеры не исчерпывают возможностей применения тиристорov в СПМ. Перспективным является создание на базе тиристорov электронного токопрерывателя для алфавитно-цифрового табулятора ТА80-1, а также использование тиристорov в силовых цепях алфавитно-цифрового перфоратора ПА80-2.

УДК 621.382.2.072.1:681.3

ЗАПИРАЕМЫЙ ТИРИСТОР СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

А.В.Блюмин, В.И.Будкина, В.А.Бухарин, Н.П.Грузинова,
Г.В.Кошелев, К.В.Румянцев, В.И.Столярова

Среди полупроводниковых приборов, выполненных на основе многослойных структур, запираемые тиристоры (ЗТ) занимают особое место, так как их функциональной особенностью является способность переключаться из состояния с малым выходным импедансом (открытое) в состояние с высоким выходным импедансом (закрытое) в результате воздействия отрицательного импульса управляющего тока. При этом ЗТ, как и обычные тиристоры, сохраняют способность отпираться положительным управляющим сигналом, т.е. являются твердотельными аналогами триггера с управлением разнополярными импульсами.

Этим определяется применение запираемого тиристора в качестве полностью управляемого ключевого элемента в схемах реле, формирователей прямоугольных импульсов, преобразователей напряжения и т.п., и особенно в схемах, где прекращение тока нельзя осуществить сигналами в цепи нагрузки.

Реализация в четырехслойной структуре свойств запираания по управляющему электроду обуславливает отличие ЗТ от обычных тиристоров не только по составу электрических параметров, но и по их предельным значениям. Дело в том, что получение достаточной эффективности запираания без существенного ухудшения свойств отпирания по управляющему электроду предъявляет к конструкции и технологии прибора противоречивые требования и поэтому возможно в производстве лишь при достаточно высокой точности и воспроизводимости технологических процессов. Вместе с тем в процессе запираания управляющим током область протекания анодного тока в структуре резко уменьшается. Эта кумуляция тока ограничивает предельные значения коммутационной мощности для ЗТ по сравнению с обычными тиристорами, предъявляя жесткие требования к однородности свойств *p-n-p-n*-структуры.

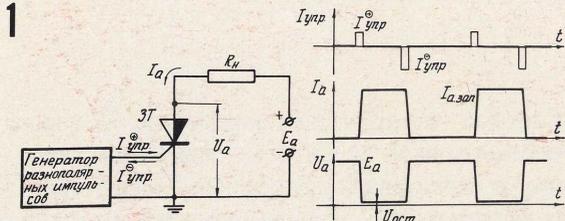
Рассматриваемый тиристор (на ток 2 а и напряжение 200 в) выполнен на основе кремниевой *p-n-p-n*-структуры, изготовленной по диффузионно-планарной технологии. Прибор выпускается в типовом холодносварном металlostеклянном корпусе тиристора КУ201.

Система электрических параметров ЗТ наряду с известными включает в себя параметры, связанные со спецификой запираемого тиристора. К числу последних относятся импульсный ток запираания $I_{\text{зап.имп}}$, импульсное напряжение запираания $U_{\text{зап.имп}}$, запираемый анодный ток $I_{\text{а.зап}}$. Предельные значения основных электрических параметров ЗТ при температуре 25°C, а также значения, которым удовлетворяют 80 и 50% приборов, приведены в таблице.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

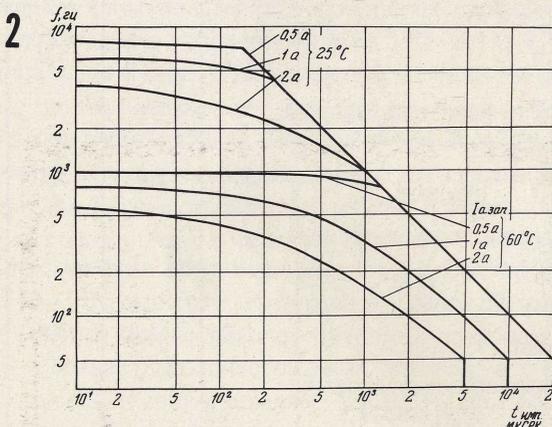
	50% приборов	80% приборов	Норма
Максимально допустимое прямое напряжение $U_{\text{пр.макс}}, \text{ в}$	—	—	200
Предельно допустимый запираемый анодный ток $I_{\text{а.зап.макс}}, \text{ а}$	—	—	2,0
Остаточное напряжение (при $I_{\text{а}} = 2 \text{ а}$) $U_{\text{ост}}, \text{ в}$	1,5	2,2	3,0
Ток спрямления импульсный (при $t_{\text{имп}} = 10 \text{ мксек}$, $U_{\text{а}} = 20 \text{ в}$) $I_{\text{спр.имп}}, \text{ ма}$	50	60	100
Напряжение спрямления импульсное (при $t_{\text{имп}} = 10 \text{ мксек}$, $U_{\text{а}} = 20 \text{ в}$) $U_{\text{спр.имп}}, \text{ в}$	1,0	2,0	3,0
Ток запираания импульсный (при $t_{\text{имп}} = 50 \text{ мксек}$, $I_{\text{а.зап}} = 2 \text{ а}$) $I_{\text{зап.имп}}, \text{ ма}$	200	300	360
Напряжение запираания импульсное (при $t_{\text{имп}} = 50 \text{ мксек}$, $I_{\text{а.зап}} = 2 \text{ а}$) $U_{\text{зап.имп}}, \text{ в}$	20	28	36

Систему параметров ЗТ принято строить с расчетом на омический характер нагрузки и наличие генератора тока в цепи управления (рис. 1). В реальных схемах допустимые значения параметров могут отклоняться от значений, приведенных в таблице или в технических условиях на прибор, так как режим прерывателя постоянного тока — далеко не единственный режим работы ЗТ. Так, применение прибора возможно при условии, когда мгновенное значение тока в открытом состоянии существенно превышает $2a$, а

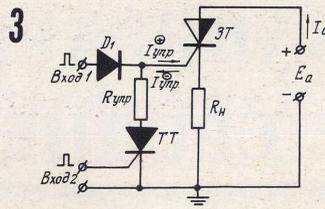


к моменту запирающего сигнала падает до $2a$ и ниже. Допустимым считается и режим, при котором величина запираемого тока превышает $2a$, а длительность импульса анодного тока и величина среднего тока достаточно малы. ЗТ могут быть использованы в схемах вместо обычных тиристорных, где последние не обеспечивают достаточного быстродействия по выключению (у 80% ЗТ время выключения составляет не более 10 мксек, а у 50% — не более 7 мксек). Значения импульсного анодного тока в этом случае также могут намного превышать $2a$.

На рис. 2 показаны гарантируемые зависимости предельной частоты следования импульсов анодного тока от длительности анодного импульса при $T_{корп} = 25^\circ\text{C}$ (верхние три кривые) и при $T_{корп} = 60^\circ\text{C}$ (нижние кривые), позволяющие оценить частотные возможности прибора.

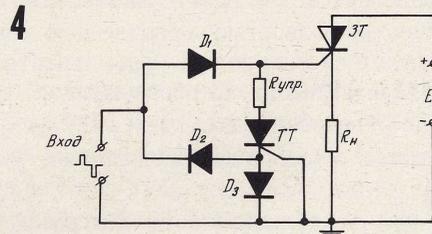


Управление ЗТ может осуществляться и однополярными импульсами (рис. 3), подаваемыми на разные входы схемы (включающими — на Вход 1, запирающими — на Вход 2) при условии использования на входе ЗТ вспомогательного тиристора и

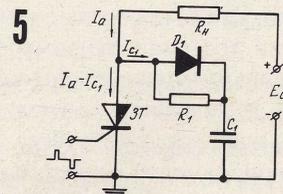


включения нагрузки в катодную цепь. При этом максимальная величина сопротивления $R_{упр}$ определяется исходя из значения тока запирающего ЗТ, минимальная — ограничивается значением максимально допустимого тока $I_{упр}$ и может быть выбрана достаточно малой. В качестве триодного тиристора ТТ используется обычный маломощный тиристор.

Данная схема по сравнению со схемой, приведенной на рис. 1, потребляет значительно меньшую мощность от источника сигналов управления, так как основная часть энергии, расходуемой на запирающее действие, потребляется от источника питания цепи нагрузки. Использование такой схемы позволяет увеличить быстродействие ЗТ по запирающему без увеличения входного сигнала, путем уменьшения сопротивления $R_{упр}$. Можно видоизменить схему, показанную на рис. 3, обеспечив управление ЗТ подачей разнополярных импульсов (рис. 4) на один вход.

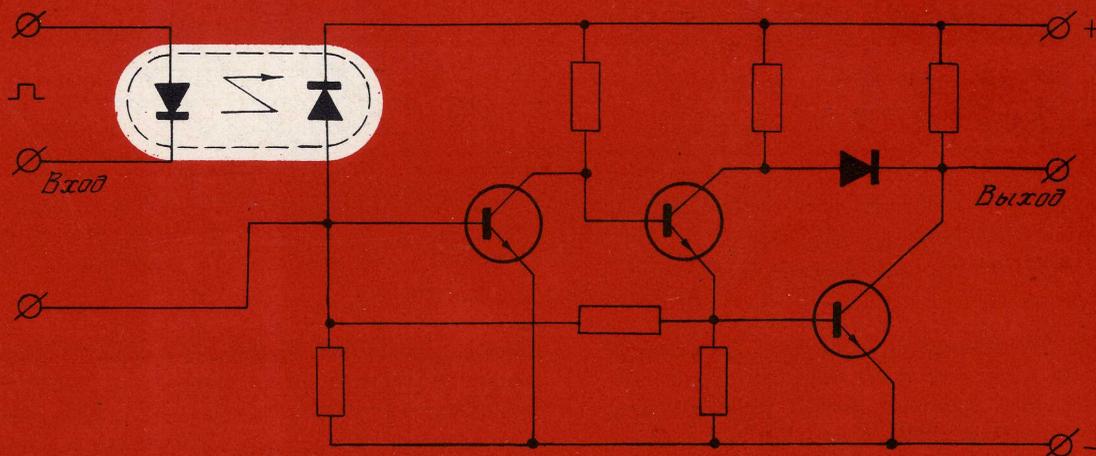


Для запирающего прибора при анодных токах больших, чем это определено в технических условиях, можно использовать схему, приведенную на рис. 5.



В этой схеме рост напряжения на ЗТ в процессе его запирающего вызывает ответвление части анодного тока через шунтирующую емкость $C_{ф}$. Доля тока, ответвляемого в емкость, зависит от величины емкости и скорости нарастания напряжения на ЗТ. Следует отметить, что увеличение коммутуемого анодного тока в данной схеме сопровождается некоторым снижением скорости спада тока в нагрузке.

УДК 621.382.2.072.1



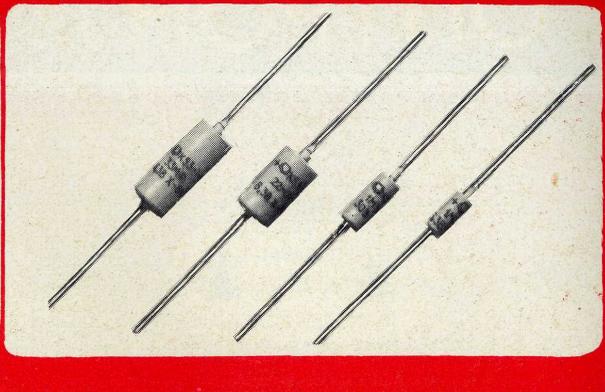
*** БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ**

ОБЕСПЕЧИВАЕТ гальваническую развязку в системах передачи и обработки информации. ♦ Гибридная микросхема состоит из оптоэлектронной пары (арсенид-галлиевого светодиода и кремниевое р-і-п фотодиода) и усилителя, размещенных в общем металлостеклянном корпусе типа **K-401A**.



Статическая электронная развязка, ом	> 10 ⁹
Прходная емкость, пф	< 5
Время включения и выключения, нсек	< 350
Входной ток, ма	10-15
Выходной ток, ма	10-15
Выходное напряжение, в	
соответствующее логической единице на входе	> 2,3
соответствующее логическому нулю на входе	< 0,3
Напряжение питания, в	5 ± 10%
Максимальная потребляемая мощность, мвт	35
Температура окружающей среды, °С	от -60 до +70

АЛЮМИНИЕВЫЕ ОКСИДНО- ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ К53-14



Г. П. КРЕМЕНСКИЙ, А. А. ПАНОВ,
П. А. ПРУДНИКОВ, А. Д. ШЛЯПНИКОВ

До последнего времени основным вентильным металлом, используемым для оксидно-полупроводниковых конденсаторов был тантал. Однако тантал является остродефицитным и дорогим материалом. Поэтому во всех странах с развитой электронной промышленностью ведутся интенсивные работы по созданию оксидно-полупроводниковых конденсаторов на основе ниобия, титана, циркония и алюминия. Особый интерес в последнее время проявляется к алюминию, как наиболее распространенному и дешевому металлу.

Основной технологической трудностью в производстве оксидно-полупроводниковых конденсаторов на основе алюминия является создание анода с большой эффективной поверхностью.

Зарубежные фирмы Fujitsu (Япония), Fox (Япония), Philips (Нидерланды), Synco Corp. (США) и некоторые другие выпускают оксидно-полупроводниковые конденсаторы с анодами, изготовленными из алюминиевой фольги. Для увеличения емкости поверхность фольги подвергается электрохимическому или химическому травлению [1-3]. Эти конденсаторы имеют неплохие характеристики, но их удельный заряд по сравнению с танталовыми конденсаторами значительно ниже, что объясняется наличием прокладки из стеклоткани между анодной и катодной фольгой, а также наличием самой катодной фольги.

В СССР также выпускаются оксидно-полупроводниковые фольговые конденсаторы типа К53-8 и К53-11. В качестве анода используются травленая алюминиевая фольга в виде флажка (в конденсаторах К53-8) и фольговый намотанный анод с прокладкой из стеклоленты между анодом и катодом (в конденсаторах К53-11). По стабильности электрических параметров они сравнимы с танталовыми конденсаторами, но значительно уступают им по величине удельного заряда.

В настоящее время закончена разработка серии оксидно-полупроводниковых конденсаторов типа К53-14 с объемно-пористым спеченным анодом.

Анодом в этом конденсаторе является спрессованная из алюминиевого порошка и спеченная цилиндрическая таблетка с большой эффективной поверхностью. Для изготовления объемно-пористых анодов используется порошок марки АСД-ВЧ с содержанием алюминия 99,98%. Разработанная серия конденсаторов имеет диапазон емкостей от 0,033 до 100 мкф при рабочем напряжении 6,3; 10; 16; 20; 30 в.

Конденсаторы выпускаются в стальных герметизированных корпусах пяти габаритов: ϕ 3,2 мм, Н = 7,5 мм; ϕ 4 мм, Н = 10 мм; ϕ 7,2 мм, Н = 12 мм; ϕ 7,2 мм, Н = 16 мм; ϕ 9 мм, Н = 16,5 мм. Максимальный удельный заряд конденсаторов для этих корпусов составляет соответственно 340, 790, 420, 1020 и 600 мкк/см³. Конденсаторы изготавливаются трех классов точности: ± 10 ; ± 20 ; ± 30 %. Допустимый тангенс угла потерь при температуре $25 \pm 5^\circ\text{C}$ не более 15%. Ток утечки определяется формулой

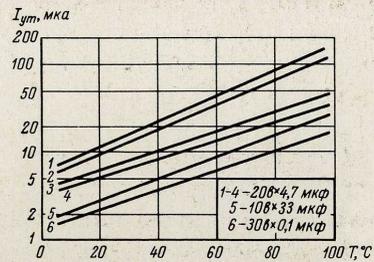
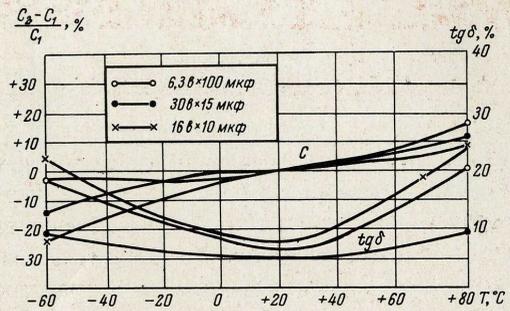
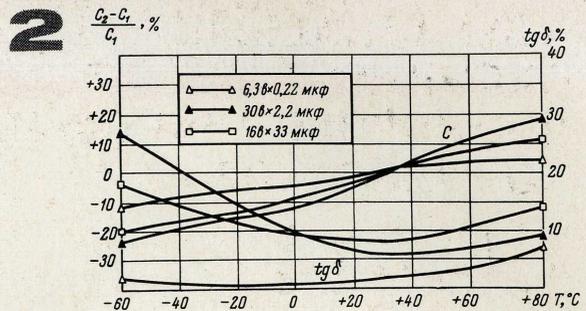
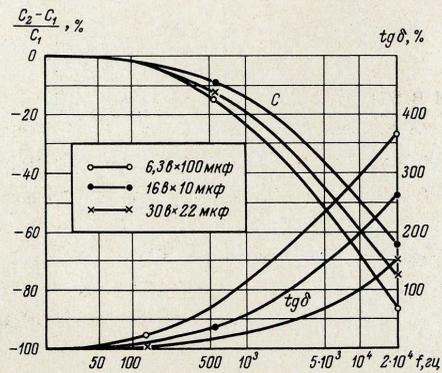
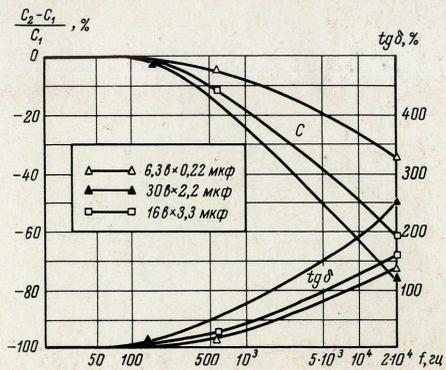
$$I = (0,1 CU + 10) \text{ мка},$$

где С — номинальная емкость, мкф; U — рабочее напряжение, в.

Конденсатор К53-14 предназначен для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока. Частотные и температурные характеристики конденсатора представлены на рис. 1 и 2. На рис. 3 показана зависимость тока утечки от температуры. Ниже приводятся основные электрические характеристики твердых оксидно-полупроводниковых конденсаторов с алюминиевым анодом, выпускаемых зарубежными фирмами и в СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Japanese miniature electronic components and assemblies data annual. Catalog (Jap.), 1964-1965, p. 88-91.
2. European miniature electronic components and assemblies data. Catalog (Jap.), 1965-1966, p. 562-569.
3. Fujitsu, 1968, v. 4, N 2, p. 59-87.



Страна	Фирма	Тип конденсатора	Емкость, мкФ	Рабочее напряжение, в	tg δ, %	Рабочая температура, °C	Тип анода
Я П О Н И Я	Fujitsu	A R	0,1-20	6; 10; 25	5-10	от -60 до +80	Ф о л ь г а
		H R	0,1-20	6; 10; 25	5-10	от -60 до +80	
		G R	0,1-20	6; 10; 25	5-10	от -60 до +85	
		A Z	0,01-0,5	6; 10; 25	5-10	от -60 до +85	
			0,01-0,5	6; 10; 25	5-10	от -60 до +85	
			0,01-1,0	6; 10; 15; 25	5-10	от -25 до +75	
			G Z	0,2-10	6; 10; 15; 25	7,5-12	
			0,1-33	6; 3; 10; 16; 25	7,5-12	от -25 до +75	
			0,5-50	3	20	от -55 до +85	
		Fox	A S S	0,5-50	6	20	
		A S M	0,2-30	10	20	от -55 до +85	
			1-30	15	20	от -55 до +85	
			0,5-25	25	20	от -55 до +85	
	NCC matsio Electric Co.	A S O	0,1-44	6; 10	12	от -55 до +70	
			16-10	4	15	от -80 до +85	
			12,5-180	6,4	15	от -80 до +85	
НИДЕР-ЛАНДЫ	Philips	C-415 Серия 120	8-50 5-32 3,2-20 2-12,5	10 16 25 40	10 10 10 10	от -80 до +85 от -80 до +85 от -80 до +85 от -80 до +85	
СССР		K53-8	0,5-20	1,5-15	15-20	от -60 до +85	
		K53-11	1-100	3; 6; 10; 16; 25; 40	15	от -60 до +85	
		K53-14	0,033-100	3; 6; 10; 16; 20; 30	15	от -60 до +85	
							Объемно-пористый

УДК 621.319.443

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ПЕЧАТНЫЕ МИКРОРЕЗИСТОРЫ

ДЭ-430, 10 стр., библи.

С.П.ВЕРЗУНОВ, Ю.Д.ОВЧИННИКОВ, Г.А.ФРАНК

Из существующих в настоящее время технологических способов изготовления прецизионных резисторов, предназначенных для измерительных цепей приборов, требованиям точности и стабильности наиболее полно отвечает метод печатной технологии.

Печатный резистор выполняется из приклеенной к изоляционному основанию манганиновой фольги, на которой вытравляется соответствующий рисунок. Далее резистор подвергается специальной термической и химической обработке. Однако данная технология не может найти широкого распространения при изготовлении печатных резисторов из-за их больших габаритов.

Разработаны и изготовлены опытные образцы прецизионных миниатюрных печатных резисторов с номинальными значениями сопротивлений 100 и 200 Ом. Толщина манганиновой фольги была доведена химическим способом до 5–10 мкм, что позволило уменьшить габариты резисторной схемы с 140×50 до 17×8 мм.

Для оценки степени миниатюризации печатных резисторов применена формула

$$P = K \cdot N = K \cdot \frac{R_0 \cdot n}{S},$$

где K — коэффициент заполнения,
 П — плотность упаковки,
 N — коэффициент использования площади,
 R_0 — сопротивление квадрата фольги,
 n — число квадратов,
 S — площадь платы.

Особое внимание при изготовлении образцов печатных микрорезисторов было уделено выбору изоляционного материала с целью уменьшения влияния возможных деформаций $\frac{\Delta l}{l}$ на относительное изменение сопротивления $\frac{\Delta R}{R}$ резистора (где l — длина образца).

Из рассмотренных изоляционных материалов, таких, как гетинакс, стеклотекстолит, ситалл, последний имеет преимущества перед стеклотекстолитом и гетинаксом не только по основным электрическим характеристикам, но и по величине модуля упругости.

Технологические особенности изготовления прецизионных печатных микрорезисторов сводятся к следующему. Склеивание манганиновой фольги с ситалловым основанием производится при одновременном воздействии давления и температуры. На фольгированную заготовку методом фотопечати наносится рисунок резистора с последующим химическим травлением. Подгонка печатных микрорезисторов осуществляется с точностью ±0,01% посредством механического перерезания перемычек, шунтирующих секции микрорезистора. Особенность применяемого метода подгонки заключается в том, что деформация и наклеп металла при перерезании не влияют на стабильность сопротивления резистора.

УДК 621.316.8–181.48–187.4.049.75

С материалами можно ознакомиться в отделе фондов

ЦНИИ "Электроника" (Москва, 117415, проспект Вернадского, 39).

ТЕХНОЛОГИЯ

- 34** Принципы контроля в АСУТП К.Э. Хаугас,
М.Э. Пуусепп, В.Н. Бударин
- ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКИ**
- 37** Влияние режима ультразвуковой микросварки на качество сварных соединений А.П. Рыдзевский
- 40** Ультразвуковая сварка соединений в интегральных схемах В.Д. Иванов, З.И. Харламова, А.П. Кожевников, О.А. Барышников
- 42** Ультразвуковая сварка выводов мощных транзисторов А.И. Мазур, А.В. Намм, И.Д. Голото
- 44** Осаждение пленок методом электрического взрыва фольги Н.В. Гревцев, А.В. Егоров, Ю.Л. Красулин, Ю.А. Луковников, В.А. Макаров, Ю.П. Петров
- 45** Депонирование

33

ПРИНЦИПЫ КОНТРОЛЯ В АСУТП

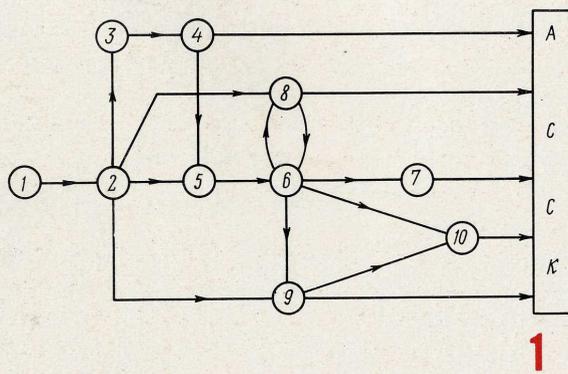
К.Э.ХАУГАС, М.Э.ПУУСЕПП, В.Н.БУДАРИН

В СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ (АССК) – ПЕРВОГО ИЕРАРХИЧЕСКОГО УРОВНЯ АСУТП

Рассматривая АСУТП как систему, характеризуемую несколькими уровнями управления, отметим, что очередность ввода в действие того или иного иерархического уровня должна, по всей видимости, определяться исходя из степени упорядоченности (или неупорядоченности) управляемого технологического процесса в конкретный момент времени. Показателем степени упорядоченности выбирается величина, пропорциональная энтропии процесса. Под этим подразумевается относительное расположение средних значений контролируемых величин в доверительных границах полей контроля. Так, в случае распределения большинства средних значений за смену вблизи доверительных границ величина энтропии стремится к максимуму, упорядоченность системы низкая. В случае расположения их вблизи уровней номинальных значений контролируемых величин энтропия стремится к нулю.

При малых изменениях упорядоченности технологического процесса должен быть введен в действие первый иерархический уровень АСУТП, включающий в себя автоматизированную систему статистического контроля (АССК).

На примере разработки управляемого технологического процесса производства кремниевых линейных интегральных схем (ИС) рассмотрим порядок построения АССК (рис. 1) по этапам: 1 – анализ содержания технологического процесса; 2 – составление функциональной схемы процесса; 3 – составление матрицы состояний и условное объединение технологических операций в блоки; 4 – оптимальное распределение точек контроля; 5 – определение информативности параметров процесса; 6 – определение контролируемых характеристик; 7 – исследование законов распределения контролируемых характеристик; 8 – выбор каналов обратной связи; 9 – нахождение оптимального распределения полей допуска параметров; 10 – выбор обобщенного показателя состояния процесса.



Анализ содержания процесса позволяет выявить из всего потока информации, сопровождающего технологический процесс, основную с точки зрения данного уровня управления информацию. Посредством анализа определяются важнейшие показатели качества изготавливаемой продукции и технологические операции, наиболее влияющие на эти показатели. На основании полученных сведений составляется *функциональная схема процесса*.

Классические формы статистического контроля, успешно используемые в производствах с полной информацией о ходе процесса, пригодны в случае сравнительно простых технологических процессов, когда имеется достаточная уверенность в том, что то или иное обстоятельство является причиной ухудшения качества. При этом можно управлять технологическим процессом и не получая информации о причинах неполадок.

Для производств с неполной информацией о процессе (например, производства полупроводниковых приборов), где изменение контролируемых параметров может быть следствием изменения множества разнообразных факторов, подобная организация контроля является неудовлетворительной, так как позволяет получить только оценку состояния технологического процесса. В этом слу-

чае необходима такая форма контроля, при которой по изменениям контролируемых характеристик можно судить о причинах, их вызывающих.

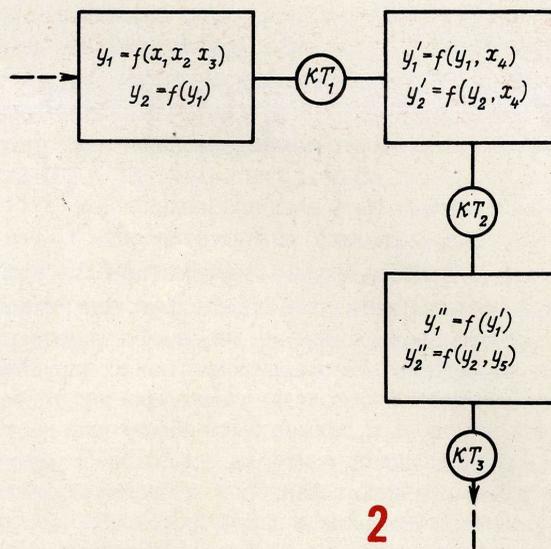
Определение контуров обратной связи должно осуществляться на основе *матрицы состояний* исследуемого процесса, получаемой с помощью методов современной комбинаторной математики [1]. Обнаружение отклонений технологического процесса и определение корректирующих воздействий значительно облегчается, если обратная связь создается по звеньям системы с небольшим запаздыванием во времени. При анализе планарной технологии, характеризуемой высокой типизацией процесса, технологические операции можно условно объединить в стандартные блоки, что имеет ряд преимуществ:

- ограниченное число операций в блоках, а также стандартное содержание блоков (за небольшим исключением каждый блок начинается с операции термической обработки пластины и завершается операцией фотолитографии) облегчает проводимый анализ;

- регистрация времени прохождения полуфабрикатом каждого блока дает возможность сигнализировать о нарушении синхронности технологического процесса.

Технологический процесс производства изделий электронной техники сопровождается множеством контрольных операций. *Оптимальное размещение контрольных точек* наряду с существенным уменьшением затрат на контрольные операции и сокращением производственного цикла улучшает управляемость процессом. Получить его можно с помощью алгоритмов технической диагностики. Один и тот же параметр может контролироваться после различных операций, однако возможности использования результатов контроля на разных этапах технологического процесса различны.

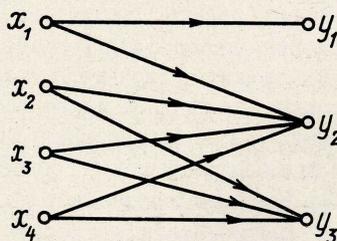
Рассмотрим часть блок-схемы технологического процесса (рис. 2). Целесообразность контроля входного параметра Y_1 в контрольной точке KT_1 очевидна, так как это создает возможность выбора в соответствии с результатами контроля величины технологического фактора X_4 . Измерение параметра Y_2 в KT_1 нецелесообразно в связи с его функциональной зависимостью от Y_1 . Целесообразность измерения Y_1' и Y_2' в KT_2 и Y_2'' в KT_3 определяется конкретным характером этих величин. Порядок проведения замеров в контрольной точке, где, как правило, замеряется сразу несколько параметров, может быть постоянным или изменяться в зависимости от результатов предыдущих замеров. В первом случае выполняется заданное число замеров в любой последовательности. При этом возможны ситуации, когда не все результаты выполненных измерений необходимы для определения состояния системы. Во втором случае замеры производятся в определенной последовательности, результат каждого замера анализируется, после чего принимается решение о



порядке последующих замеров. В качестве примера можно привести измерение коэффициента усиления β и напряжения переворота фазы U_a сплавно-диффузионного транзистора, при котором только в случае $\beta > 100$ измерение U_a необходимо.

Выбор контрольных точек определяет множество контролируемых параметров. Поскольку различные параметры обладают различной степенью информативности, контрольные точки нужно размещать так, чтобы свести к минимуму количество характеристик для полного описания технологического процесса и добиться максимальной эффективности обратной связи. Здесь и в дальнейшем под контролируемым параметром понимается конкретная измеряемая величина, а под контролируемой характеристикой – характеристика, используемая для описания состояния процесса и определения корректирующих воздействий (законы распределения контролируемых параметров, коэффициенты корреляции и т.д.).

Для определения *наиболее информативных* (с точки зрения управления процессом) характеристик используется граф взаимосвязей между технологическими факторами и контролируемыми характеристиками (рис. 3). Применяя метод лидера к матрице смежности данного графа [2], можно определить наименее коррелированные и, значит, наиболее информативные характеристики, обеспечивающие самую достоверную информацию о причинах, вызывающих их изменение. Наибольшей информативностью в нашем примере отличается характеристика Y_1 , поскольку изменение Y_1



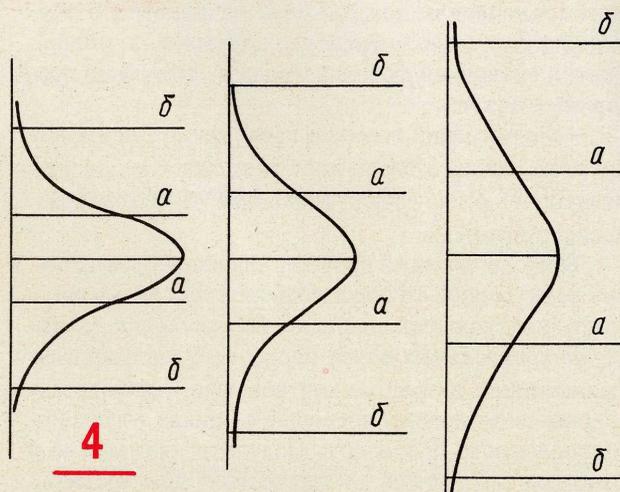
3

однозначно зависит от изменения фактора X_1 . Информативность Y_2 меньше, потому что его изменение может быть вызвано изменением X_2 , X_3 и X_4 или их комбинацией (в частности, изменения X_2 , X_3 и X_4 могут компенсировать друг друга и вообще не сказываться на величине Y_2). Изменение Y_2 может быть вызвано изменением любого X_i , следовательно информативность Y_2 наименьшая. В общем случае информативность контролируемых параметров определяется на основе функциональной схемы исследуемого процесса. Для окончательного определения контролируемых характеристик необходимо учесть еще ряд требований. Во-первых, должна быть обеспечена достаточная наглядность контроля, т.е. любое изменение технологических факторов и соответствующее им изменение измеряемых параметров должно фиксироваться измерительными приборами. Во-вторых, изменение технологических факторов в границах так называемых нормальных технологических режимов не должно вызывать существенных изменений коэффициента вариации контролируемой характеристики. После выбора контролируемых характеристик, отвечающих этим требованиям, необходимо убедиться в их достаточности для полного описания технологического процесса. Необходимо также провести исследование распределений контролируемых характеристик для нахождения соответствующих им теоретических законов распределения и, тем самым, обоснования точности оценок параметров распределений. Так как распределение выходного параметра зависит от технологических факторов, участвующих в формировании данного параметра, выход того или иного технологического фактора за пределы нормальных технологических режимов сопровождается изменением распределения выходного параметра и величины коэффициента корреляции. Другими словами, параметры распределений и коэффициенты корреляции являются упрощенным отражением сложных функциональных связей, существующих между технологическими факторами и выходными параметрами. Их использование в качестве контролируемых характеристик создает возможность реализации системы статистического контроля с обратной связью и, следовательно, управления технологическим процессом.

В каждом технологическом процессе существует ряд отклонений выходных характеристик, требующих принятия стандартных мер по их устранению. Для этого должна быть разработана так называемая картотека дефектов, позволяющая устранение таких причин сделать доступным для среднего технического персонала. Неизвестные отказы или отказы сложного характера должны передаваться инженеру для анализа и принятия соответствующих мер. Такая организация контроля и управления отличается высокой оперативностью и гибкостью, поскольку позволяет сократить сроки проведения соответствующих корректиру-

ющих воздействий и совершенствовать картотеку дефектов путем ее уточнения и дополнения в процессе эксплуатации АССК.

Особое внимание при разработке системы контроля уделяется *выбору полей допуска и контролю -но-предупредительных границ*. Чрезмерное ограничение полей допуска неоправданно уменьшает процент выхода годных изделий и вызывает нестабильность технологического процесса (рис. 4, границы а), а выбор больших полей допуска (границы б) увеличивает себестоимость продукции за счет возрастания вероятности брака в партии выпускаемых изделий. Компромиссное решение, обеспечивающее оптимальное как в техническом, так и экономическом смысле согласование полей допуска по ходу технологического процесса, может быть получено методами линейного программирования.



Для осуществления своевременных переходов от низших иерархических уровней системы управления к высшим необходимо оценить общее состояние технологического процесса.

Ситуация, при которой большинство характеристик процесса находится вблизи контрольных границ, является уже сигналом о серьезных неполадках в процессе и требует принятия мер на более высоком иерархическом уровне, чем в случае, когда отдельные показатели выходят за пределы контрольно-предупредительных границ при хорошем состоянии остальных. Поэтому важной задачей является выбор обоснованных контрольных границ и для показателей упорядоченности управляемого процесса в целом. Они определяют переход АСУТП с одного иерархического уровня на другой и должны быть отработаны и уточнены в ходе опытной эксплуатации АСУТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прикладная комбинаторная математика. Под ред. Э. Беккенбаха. М., «Мир», 1968.
2. Берг К. Теория графов и ее применение. М., ИЛ, 1962.
3. Sack E.A. A rational approach to integrated circuit process control. «Solid State Technology», 1969, v.12, N 9, p.23-28.

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКИ

Этой рубрикой объединены статьи по вопросу применения ультразвуковой сварки, которая является наиболее прогрессивным способом соединения элементов микросхем и полупроводниковых приборов. В них рассматриваются вопросы разработки и эксплуатации ультразвукового сварочного оборудования.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКИ НА КАЧЕСТВО СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А. П. РЫДЗЕВСКИЙ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ МОЖНО ЗНАЧИТЕЛЬНО ПОВЫСИТЬ, ЕСЛИ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕГО ЦИКЛА СВАРКИ МОДУЛИРОВАТЬ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ИНСТРУМЕНТА ПО АМПЛИТУДЕ

Результаты исследований и опыт эксплуатации оборудования для микросварки свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования ультразвуковых сварочных систем, применяемых для соединения элементов микросхем в электронных устройствах. Расчет, налаживание и доводка этих систем пока под силу лишь специализированным проектным организациям и заводам, выпускающим оборудование для ультразвуковой сварки. Это несколько ограничивает использование ультразвуковой сварки в микроэлектронике.

Авторы ряда работ полагают, что ультразвуковая сварка вызывает диффузию, рекристаллизацию металлов без их расплавления [1] или с локальным плавлением в контактной зоне [2]. Имеются предположения об образовании за полупериод сварки мономолекулярных окисных слоев, которые втягиваются внутрь соединения, что приводит к накоплению окислов вдоль линии скольжения [3]. Образование соединения приписывается также

процессам, аналогичным сварке трением [4]. Однако большинство специалистов считают, что ультразвуковые колебания инструмента в начальный период сварки разрушают окисные пленки и обеспечивают контакт "ювенильных" поверхностей. Характер устранения поверхностных пленок, скорость пластической деформации проводника, разогрев и увеличение эффективной площади контактирующих поверхностей определяются амплитудой колебаний. Ультразвуковые колебания со значением амплитуды выше критической величины приводят к перенапряжению и усталостному разрушению материалов, а также к недопустимо высокой деформации соединения.

Экспериментально показано, что ультразвуковая сварка может успешно дополнить известные методы сварки при условии сообщения сварочному инструменту модулированных по амплитуде ультразвуковых колебаний.

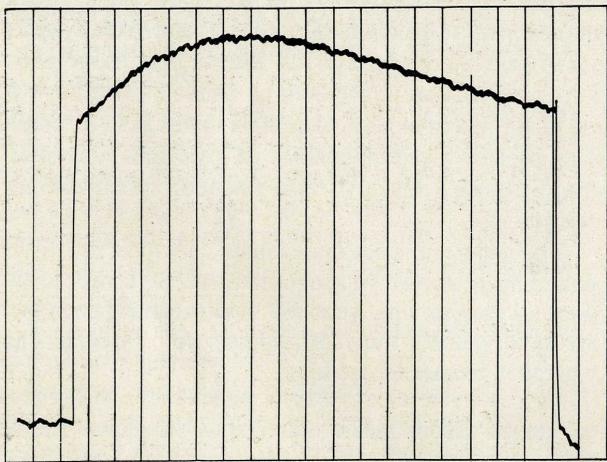
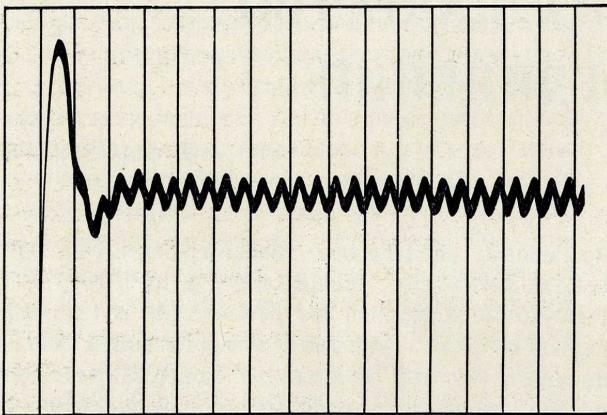
В качестве инструмента использовали твердосплавные наконечники-капилляры диаметром 1,6 мм с расчетной длиной 15 мм. Исследования проводились при работе генераторов двух типов: с автоподстройкой частоты (I тип) и с частотной модуляцией (II тип). С целью стабилизации амплитуды колебаний рабочего торца инструмента осуществлялась фазовая автоподстройка частоты генератора I типа на частоту механического резонанса ультразвуковых сварочных головок (УСГ). Генератор II типа обеспечивал девиацию частоты

$\pm 0,2$ кГц относительно частоты резонанса системы за период, равный времени сварки.

Для сообщения сварочному инструменту изгибных колебаний элементы УСГ настраивались на резонансную частоту $60 \pm 0,2$ кГц. Применение двухзвенной узловой развязки для крепления УСГ уменьшило потери энергии. Добротность УСГ при определении их амплитудно-частотных характеристик была оценена в 150 единиц, а полоса пропускания частот составила 0,4 кГц.

Форма импульсных колебаний инструмента определяется изменением величины тока возбуждения излучателя УСГ за цикл сварки (рис. 1). Характер изменения тока возбуждения фиксировался осциллографом Н-105. Каждые 0,02 сек регистрировали отметчиком времени.

Было получено более 20 000 сварных соединений алюминиевых материалов без специальной химической обработки. Диаметр проводников составлял 0,030 мм, толщина пленки на кремнии не более 8000–10000 Å.



1

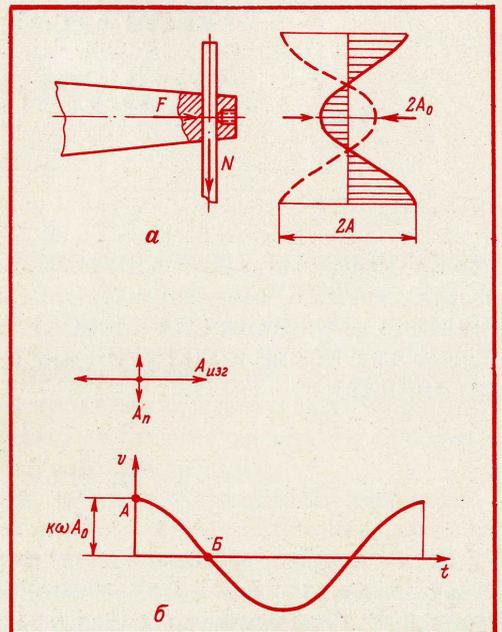
При отрыве проводника под углом 30° к полупроводниковой пластинке механическая прочность соединений составляла 75–82% механической прочности проводника.

Ниже приведены основные оптимальные технологические параметры сварки:

	Генератор I типа	Генератор II типа
Контактное усилие, Г.....	18	18
Время, сек.....	0,32	0,4
Мощность, вт.....	0,42	0,42
Отказы (разрушение алюминиевой пленки на полупроводниковой пластинке в зоне контактирования с проводником при сварке), %.....	3,8	0,52

Анализ осциллограмм тока возбуждения излучателя УСГ (генератор I типа) показал, что ввод колебаний в зону свариваемых материалов и их выключение носят ударный характер (см. рис. 1, а). В первый момент наблюдается выброс амплитуды колебаний, что, очевидно, связано с возбуждением резонансных колебаний в момент включения, и за время установления заданного значения инструмент успевает совершить более 1000 циклов колебаний (рис. 2), что приводит к разрушению поверх-

— 2



ностного слоя тонкопленочных покрытий. Реальные поверхности свариваемых материалов имеют микровыступы высотой порядка $4 \cdot 10^{-6} - 8 \cdot 10^{-5}$ см. Время и характер взаимодействия таких микровыступов определяются скоростью движения частиц свариваемых материалов. Скорость движения рабочего торца инструмента описывается уравнением

$$v = k \omega A_0 \cos(\omega t + \phi),$$

где

k — коэффициент, учитывающий увеличение амплитуды колебаний торца инструмента;

ω — круговая частота (число полных колебаний, происходящих в течение 2π единиц времени);

- A_0 — амплитуда продольных колебаний инструмента в точке приложения возбуждающей силы F (см. рис. 2, а и б);
 t — время;
 $(\omega t + \phi)$ — угол сдвига фазы.

Циклические изменения колебательной скорости рабочего торца инструмента (см. рис. 2, б) вызывают также циклические изменения скорости скольжения верхней детали относительно нижней. Импульсы-удары, возникающие при контактировании шероховатых поверхностей, с циклически изменяющейся скоростью скольжения распространяются от поверхности скольжения внутрь свариваемых материалов с энергией, полученной в результате трения и процессов, сопровождающихся образованием и разрывом контактов.

В микрообластях контактов возникают, очевидно, мгновенные давления большой величины, деформирующие поверхностные слои металла. В зависимости от скорости перемещения контактирующих поверхностей происходит циклическое изменение удельного давления. Этот процесс усиливается распространением вдоль оси инструмента нормально приложенных колебаний A_n .

При сварке проводников круглого сечения и постоянном контактом усилия инструмента наибольшее удельное давление создается в первоначальный момент сварки, когда площадь контакта свариваемых поверхностей минимальна. Ударный характер ввода ультразвуковых колебаний, амплитуда которых больше оптимальной, увеличивает удельное давление в плоскости раздела контактирующих поверхностей и доводит его до величины выше критической, что разрушает не только окислы на поверхностях свариваемых материалов, но и пластически деформирует особо тонкие пленки контактных площадок полупроводниковых приборов. Деформация пленки контактных площадок происходит также перпендикулярно боковым сторонам проводника и в зоне наибольших касательных напряжений вызывает утонение пленки. Высота микронеровностей поверхности проводника соизмерима с толщиной пленки контактной площадки прибора. Взаимодействие контактирующих поверхностей сопровождается вводом новых микровыступов проводника, окислы которых, подобно абразиву, при ударном вводе колебаний в зону сварки приводят к разрушению пленки контактных площадок, что сказывается на качестве сварных соединений. Вероятность протекания этого процесса подтверждается исследованиями: при повторной сварке проводников с контактными площадками сварные соединения получены не были. При низкой адгезии материала пленки сварные соединения совсем не образуются, так как пленки, привариваясь к проводнику, отслаиваются от материала подложки.

Меньшее число отказов при сварке с модулированными колебаниями объясняется тем, что в

начальный момент за счет малой амплитуды колебаний (см. рис. 1, б) удельное давление в зоне сварки приближается к оптимальному и достаточно для разрушения окислов контактирующих поверхностей, удаления влаги, загрязнений и остатков окислов, но не вызывает разрушения пленок контактных площадок приборов. Дальнейший плавный рост амплитуды колебаний инструмента, сопровождающийся деформацией проводника, поддерживает оптимальное соотношение удельного давления и площади контакта и, достигнув максимальной величины, обеспечивает условия для сварки "ювенильных" поверхностей металлов.

Важное значение имеет также характер включения ультразвуковых колебаний при сварке. В начальный момент сварки, вследствие трения, вызванного относительным перемещением поверхностей и взаимодействием микровыступов, температура резко возрастает, затем она выравнивается и даже падает [4]. Моменту достижения максимальной температуры соответствует образование сварного соединения, а время, за которое прекращается относительное перемещение деталей, является минимальным временем сварки. Однако на практике трудно его определить, и инструмент после образования сварного соединения продолжает получать колебания. Взаимодействуя с проводником, он вызывает упруго-пластическую деформацию последнего и ослабляет уже полученное сварное соединение. Плавное уменьшение амплитуды колебаний способствует равномерному снижению удельного давления в зоне сварки, уменьшает деформацию шва и исключает причины разрушения соединения после сварки.

На основании исследований разработана ультразвуковая установка ЭМ-424А с модулированными по амплитуде колебаниями сварочного инструмента, которая отличается высокой стабильностью работы. Применение ее в четыре — шесть раз сократило число отказов при сварке.

При разработке установок для ультразвуковой микросварки следует учитывать влияние характера ввода и выключения колебаний инструмента на качество сварных соединений. Для стабильности работы акустических систем ультразвуковые колебания сварочного инструмента должны быть модулированы по амплитуде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ultrasonic Welding. Ed. by Arthur Z. Phillips second Edition Copyright 1965.
2. Сварка. Обзор теоретических основ и применения ультразвуковой сварки металлов. Экспресс-информация, 1968, Реферат 170.
3. Россосинский А.А. и др. Некоторые особенности ультразвуковой сварки. «Автоматическая сварка», 1968, № 9(186).
4. Силин Л.Л. и др. Ультразвуковая сварка. М., Машгиз, 1962.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СВАРКА СОЕДИНЕНИЙ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

В.Д. ИВАНОВ, З.И. ХАРЛАМОВА,
А.П. КОЖЕВНИКОВ, О.А. БАРЫШНИКОВ

■ При ультразвуковой сварке золота с алюминием происходит образование различных интерметаллических фаз золото – алюминий, наличие которых резко снижает прочность соединения. При монтаже интегральных схем для повышения надежности соединения ультразвуковой сваркой с подогревом рекомендуется заменить золото на алюминий.

Прочность термокомпрессионных соединений золото – алюминий зависит от диффузионных процессов, протекающих при сварке [1]. Для сварки в твердой фазе, в частности для ультразвуковой сварки, характерен процесс образования соединения в три стадии. В случае соединения разнородных материалов на третьей стадии может происходить гетеродиффузия [2].

Исследовались соединения золотой и алюминиевой проволочек диаметром 40 мкм с контактными площадками из алюминиевой пленки на кремнии при сварке на установке МС-41П2-1 (для некоторых опытов использовали термокомпрессию и сварку косвенным импульсным нагревом). Режимы сварки были выбраны оптимальными, при этом учитывалась наибольшая прочность соединений (см. таблицу).

Прочность соединений определялась путем отрыва под углом 90°. По характеру разрушения результаты испытаний на прочность делились на три группы. Результаты с доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$ и допустимой относительной ошибкой $\delta = 0,1$ получены при размере выборки 26 соединений. Средняя прочность соединений значительно меняется в зависимости от сочетания материалов, в то время как коэффициент вариации остается приблизительно одинаковым (0,25). Можно сделать заключение, что разброс значений проч-

Прочность соединений,
выполненных ультразвуковой сваркой

Соединение	Давление на инструмент, Г	Длительность сварки, сек	Мощность УЗ колебаний, ва	Средняя прочность соединения, Г
Золото + алюминий (сварка без подогрева)	50	0,3	4	4,6
Золото + алюминий (сварка с подогревом до 180°С)	50	0,4	3	7,2
Алюминий + алюминий (сварка с подогревом до 180°С)	45	0,3	2,5	10

ности при ультразвуковой сварке невелик и обусловлен особенностями способа сварки. Металлографические исследования проводили на поперечных шлифах соединений непосредственно после сварки, после теплового старения и на образцах с удаленной проволочкой. Для выявления интерметаллических фаз проводилось травление образцов.

На поперечных шлифах соединений золото – алюминий, выполненных термокомпрессией или ультразвуковой сваркой, был обнаружен светлый промежуточный слой (рис. 1). Ниже приведена ширина промежуточного слоя при различных способах микросварки (в микрометрах):

термокомпрессия 1,5–2,0
 ультразвуковая сварка без подогрева 0,7–2,5
 ультразвуковая сварка с подогревом 1,5–3,0

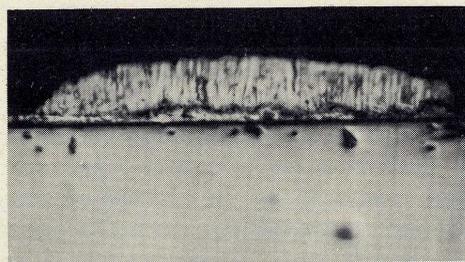


Рис.1. Поперечный шлиф соединения при ультразвуковой сварке золотой проволочки диаметром 40 мкм с алюминиевой пленкой

Слабое влияние подогрева на ширину промежуточного слоя можно объяснить только тем, что диффузия ускоряется процессами, обусловленными

ми пластической деформацией. Известно, что коэффициент диффузии в условиях механического нагружения увеличивается на несколько порядков [3]. При ультразвуковой сварке соединяемые материалы находятся под воздействием знакопеременных напряжений, равных пределу текучести. Расчет параметров диффузии для условий ультразвуковой сварки с подогревом показал, что коэффициент диффузии возрастает на четыре порядка и составляет $3,0 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{сек}$. Вероятно, увеличение коэффициента диффузии обусловлено снижением энергии активации вследствие значительной пластической деформации при ультразвуковой сварке [4,5]. В данном случае, исходя из наибольшей величины зоны интерметаллической фазы, энергия активации диффузии составляет примерно 0,24 эв. При травлении шлифов в реактивах, которые выявляют структуры алюминия и золота, промежуточный слой остается светлым. Для выяснения состава промежуточного слоя проводили сварку косвенным импульсным нагревом. Установлено, что в слое присутствуют различные интерметаллические фазы золото – алюминий с возрастающей концентрацией золота (температура плавления 525–640°C) [6]. Такой же процесс происходит при старении соединений. Проводилось тепловое старение соединений золото – алюминий, выполненных ультразвуковой сваркой, при температуре 300°C в течение 300 ч. Промежуточный слой не увеличивался, тогда как

прочность соединений и характер отрыва проволок значительно изменялись. На диаграмме (рис.2) показаны средняя прочность соединений и распределение разрушений соединений по группам отрыва.

Снижение средней прочности соединений на 25% и увеличение доли неблагоприятных отрывов говорит об интенсивном протекании диффузионных процессов, при которых происходит образование интерметаллических фаз системы золото – алюминий. Известно, что граница фаз Au_4Al и Au_2Al_3 обладает низкой прочностью и является причиной разрушения соединения по месту сварки (II группа отрыва) [1]. Одновременно диффузия приводит к растворению алюминиевой пленки. Золото имеет плохую адгезию к окислу кремния, вследствие чего при незначительном усилии разрушение происходит по поверхности подложки (III группа отрыва).

Активность диффузионных процессов в соединениях золото – алюминий понижает их прочность и надежность. Повышению прочности и надежности способствует оптимизация режимов сварки, а также применение при монтаже интегральных схем алюминиевой проволоки [7]. Ультразвуковая сварка с подогревом и автоподстройкой частоты позволяет получать соединения алюминий – алюминий высокой прочности, что показано в таблице. Отсутствие процессов гетеродиффузии в таких соединениях повышает их надежность.

Обнаружено возникновение интерметаллических фаз золото – алюминий при ультразвуковой сварке. Выявлена зависимость прочности соединений золото – алюминий от диффузионных процессов.

Установлено, что прочность соединений алюминий – алюминий выше, чем золото – алюминий, вследствие отсутствия гетеродиффузии, которая приводит к образованию интерметаллических фаз с низкими прочностными свойствами. Для повышения прочности соединений в интегральных схемах предлагается использовать разводку из алюминия.

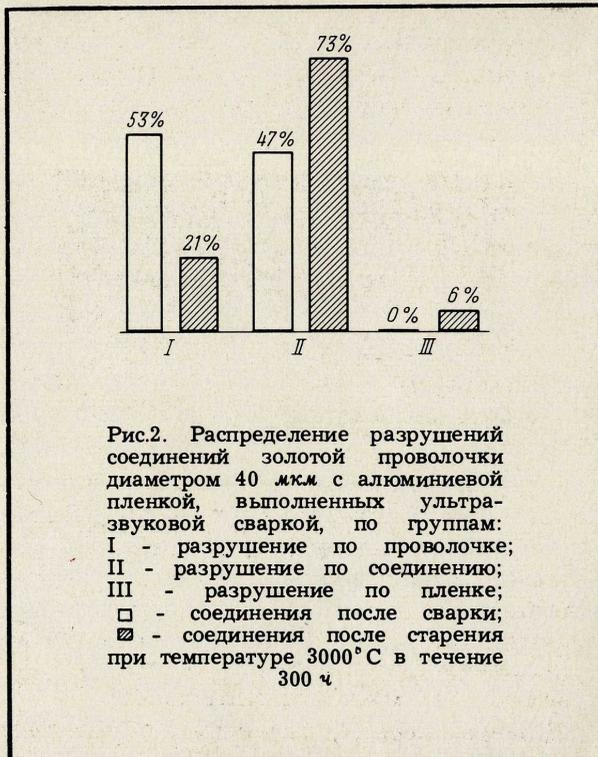


Рис.2. Распределение разрушений соединений золотой проволоки диаметром 40 мкм с алюминиевой пленкой, выполненных ультразвуковой сваркой, по группам: I - разрушение по проволочке; II - разрушение по соединению; III - разрушение по пленке; □ - соединения после сварки; ▨ - соединения после старения при температуре 300°C в течение 300 ч

ЛИТЕРАТУРА

1. Россошинский А.А., Ляшок А.П., Шевченко Е.С. «Электронная техника», сер.6, 1968, вып.3.
2. Красулин Ю.Л. Автореферат докт. дисс. ИМЕТ им.Байкова. М., 1968.
3. Ромашкин Ю.П. Автореферат канд. дисс. ИМЕТ им.Байкова. М., 1968.
4. Colter yhan L.E. Conv. Record at Wescon Sessin 16B1-16B5, 1965.
5. Kashiwabara M., Hattori S. Rev. Electr. Commun. Lab., 1969, v.17, N 9.
6. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов, т.1 и 2. М., Металлургиздат, 1962.
7. Plough C., Davis D., Lawler H. «Proc. Electron. Compon. Conf. 1969», N.-Y., 1969.

УДК 621.382.82:621.791.16

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СВАРКА ВЫВОДОВ МОЩНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

А.И. МАЗУР, А.В. НАММ, И.Д. ГОЛОТО

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ ПОЗВОЛИЛО ПОВЫСИТЬ ПРОЦЕНТ ВЫХОДА ГОДНЫХ

Одним из методов присоединения выводов внутренних межсоединений к кристаллу и внешним вводам в производстве мощных кремниевых меза-планарных транзисторов является метод пайки. При этом в качестве флюса используется 25%-ный раствор хлористого цинка, который в процессе пайки загрязняет поверхность кристалла, что приводит к увеличению обратных токов. Однако это явление может быть полностью устранено с помощью травления.

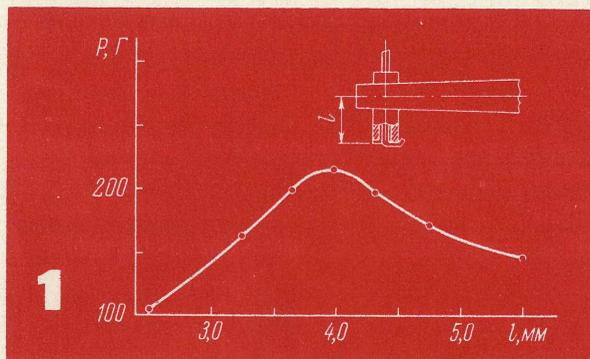
В реальной конструкции транзистора из-за эффекта уплотнения тока величина сопротивления базы в основном определяется величиной участка между границами эмиттерного и базового контактов. Устранение брака по обратным токам методом травления приводит к возрастанию входного напряжения транзистора.

Нами проводились исследования с целью отработки технологии ультразвуковой сварки внутренних межсоединений мощных транзисторов на ножках типа КТЖ 1,2 [1].

Чтобы избежать уменьшения величины акустической энергии, непосредственно идущей на образование сварного соединения [2], и не допустить затухания ультразвуковых колебаний при большой длине выводов, поверхность медных никелированных вводов подвергали предварительной обработке (верхняя часть ввода сошлифовывалась до $\nabla 8$ и высоты $2,2 \pm 0,1$ мм над поверхностью стеклоспая коваровой трубки и корпуса изолятора). Для сварки был разработан специальной формы сварочный наконечник (капилляр) из сплава ВК-6, заземленный в конце волновода ультразвуковой головки. Мощность УЗГ менялась в пределах от 0,5 до 20 Вт (в зависимости от режима сварки), частота продольных колебаний составляла 60 кГц (амплитуда 2–5 мм).

Установлено, что прочность сварного соединения в значительной мере зависит от расстояния нижней поверхности сварочного капилляра до оси волновода. График зависимости прочности свар-

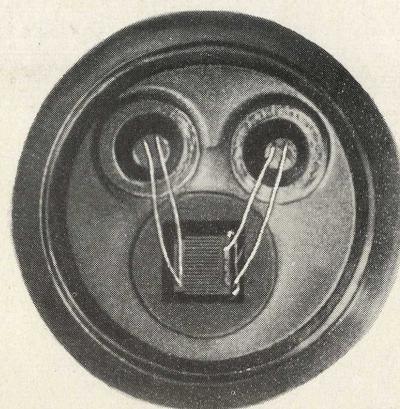
ного соединения на срез от расстояния нижней поверхности сварочного капилляра до оси волновода приведен на рис. 1. Средняя прочность на срез соединений, выполненных при $l = 4,0$ мм, составляет 220 Г, а разброс значений +6 и -8%. Прочность алюминиевой проволоки диаметром 200 мкм марки АВ000 на разрыв составляет 340 Г. Изменение прочности сварных соединений на срез при изменении расстояния l , очевидно, связано с изменением комплексного сопротивления нагрузки акустической системы сварочной головки [2].



Проводилась оценка степени напряженного состояния в области сварного соединения с помощью рентгеновской съемки по методу Бормана при отражении в направлении $\langle 111 \rangle$ от кремниевой бездислокационной пластины толщиной 1 мм. После проведения сварки алюминиевую проволоку стравливали в соляной кислоте: максимальные нарушения наблюдались в направлении подачи ультразвуковых колебаний (рис. 2). Затем травителем удаляли нарушенный слой кремния. В результате исследований установлено, что при оптимальном режиме сварки ($W = 5$ Вт; $P = 350$ Г; $t = 0,8$ сек) нарушения кристаллической структуры регистрировались до глубины 1 мм. При увеличении мощности ультразвуковых колебаний до 20 Вт глубина проникновения напряженного слоя соответственно увеличивается до 3–4 мм. В связи с тем, что на поверхность полупроводникового кристалла



2



3

для мощного транзистора, общий вид которого приведен на рис. 3, нанесено металлическое покрытие, глубина проникновения нарушенного слоя будет меньше указанных выше величин и значительно меньше минимальной глубины залегания $p-n$ переходов (в данном случае она составляла 3,7–4,3 мкм):

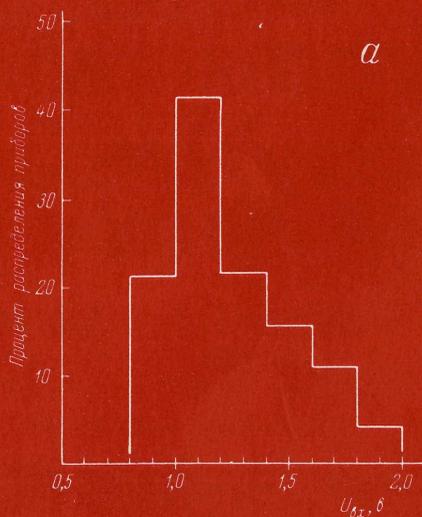
Исследование статистического распределения параметров транзисторов, собранных методом ультразвуковой сварки, показало, что процент выхода годных в этом случае на 18–20% выше, чем при сборке транзисторов методом пайки. Центр рассеивания по U_{BX} у приборов, собранных ультразвуковой сваркой, лежит в пределах 1,0–1,2 в (рис. 4, а), тогда как у паяных приборов 1,2–1,4 в (рис. 4, б).

Испытания приборов, собранных методом ультразвуковой сварки, на механическое и климатическое воздействие, показали надежность сварных соединений. Электрические параметры приборов отличаются высокой стабильностью.

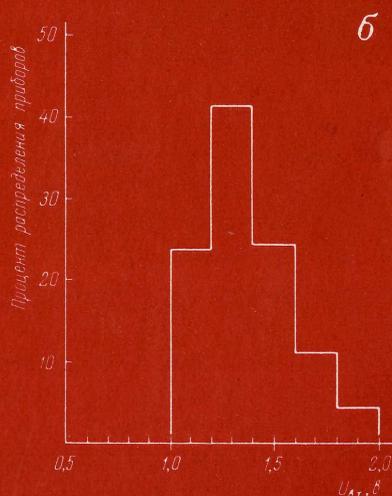
ЛИТЕРАТУРА

1. Чиханова Л.П. Особенности технологии изготовления ножек мощных транзисторов. «Электронная техника», сер.2, 1968, вып.2, стр.108.
2. Силин Л.Л., Баландин Г.Ф., Коган М.Г. Ультразвуковая сварка. Машиз, 1962.

УДК 621.382.3.032.531:621.791.16



4



ОСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК методом электрического взрыва фольги

Н.В. ГРЕВЦЕВ, А.В. ЕГОРОВ, Ю.Л. КРАСУЛИН,
Ю.А. ЛУКОВНИКОВ, В.А. МАКАРОВ, Ю.П. ПЕТРОВ

Применение метода электрического взрыва фольги для осаждения пленок позволяет улучшить электрические параметры толстопленочных конденсаторов и снизить стоимость процесса их изготовления по сравнению с методом шелкографии.

Метод шелкографии (или сеткографии), применяемый в настоящее время для изготовления толстопленочных гибридных интегральных микросхем, ряда типов конденсаторов и пьезорезонаторов, имеет существенные недостатки. Процесс нанесения пасты довольно трудоемок и малопроизводителен. Свойства получаемых пленок в значительной степени зависят от точности составления компонентов смеси, а также от степени их чистоты. Последующий процесс вжигания требует наличия дорогостоящего прецизионного оборудования, так как весьма критичен к точности поддержания температуры и времени. Часто в результате отклонений в том или другом процессе при шелкографии полученные пленочные слои оказываются дефектными.

Для изготовления толстых пленок (5–8 мкм) целесообразнее применять метод электрического взрыва фольги (ЭВФ), который позволяет сравнительно легко автоматизировать процесс осаждения и намного повысить его производительность. Длительность процесса осаждения пленки указанной толщины не превышает 10^{-4} сек. Полученные без последующего вжигания, пленки обладают высокой адгезией. Благодаря отсутствию органических составляющих в пленочных слоях улучшаются электрофизические свойства пленок. Сущность способа осаждения с помощью ЭВФ и применение его для изготовления проводниковых пленок и толстопленочных резисторов описаны в работах [1,2]. Некоторые особенности оборудования, разработанного для этих целей, приведены в работе [3].

Чтобы оценить возможность применения способа осаждения с помощью ЭВФ в производстве

толстопленочных конденсаторов, были изготовлены две партии конденсаторов: первая – по существующей технологии, т.е. металлические обкладки конденсаторов были изготовлены методом шелкографии; обкладки конденсаторов второй партии были изготовлены осаждением с помощью ЭВФ. В качестве взрываемого материала использовали серебряно-палладиевую фольгу (СрПд–20) шириной 6 мм, длиной 15 мм и толщиной 0,03 мм. Осаждение проводили через металлическую маску-трафарет толщиной 0,1 мм. Подложкой в обоих случаях служили платы размером 11 × 11 × 1,5 мм из керамики 22ХС. Перед осаждением пленки керамические платы обрабатывали по методике, рекомендуемой для осаждения пленок в вакууме. Диэлектрическая пленка в обоих случаях наносилась методом шелкографии. Измеряли емкость и добротность конденсаторов и адгезию пленки металла к подложке. Результаты измерения электрических параметров, приведенные в таблице, показывают, что конденсаторы с обкладками, изготовленными при помощи осаждения методом ЭВФ, обладают лучшими электрическими параметрами по сравнению с конденсаторами, полностью изготовленными с помощью шелкографии (емкость возрастает на 9–10%, а добротность – на 35–40%). Такое заметное улучшение параметров конденсаторов объясняется тем, что металлические пленки (обкладки), осажденные электрическим взрывом, имеют более плотную и однородную структуру и более ровную поверхность по сравнению с пленками, полученными методом шелкографии, поэтому слой диэлектрика отличается более равномерной толщиной, что способствует увеличению удельной емкости.

Метод ЭВФ		Метод шелкографии	
Емкость, пф	Добротность	Емкость, пф	Добротность
138	110	112	65
130	100	121	63
140	120	123	63
133	95	120	65
130	100	121	68
140	80	120	70
145	120	128	80
130	110	126	68
135	100	125	63
132	105	138	67

В проводниковых слоях, полученных методом шелкографии, при последующих вжиганиях (термообработка самого слоя, вжигание диэлектрика) возможно "пузырение", т.е. вспучивание отдельных участков пленки [2] вследствие газовой выделении из обкладок при выгорании органических связей (образуется система $Ag-Pd$ - стекло). При осаждении пленок методом ЭВФ этот дефект не имеет места, поскольку органические связи в структуре металлической пленки отсутствуют. Благодаря этому увеличивается добротность. Конденсаторы,

изготовленные методом ЭВФ, обладают повышенными вибропрочностью, термостойкостью, влагостойкостью, ударной прочностью и высокой адгезией. Как показали исследования, средняя величина адгезии серебряно-палладиевой пленки (без дополнительной термической обработки) к керамической подложке площадью $0,1 \text{ см}^2$ более 100 кг/см^2 . После термической обработки прочность сцепления увеличивается в 2-3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красулин Ю.Л., Петров Ю.П., Гревцев Н.В. Напыление металлических пленок методом электрического взрыва фольги. «Электронная техника», сер. VI, 1968, вып. 4(12).
2. Гревцев Н.В., Егоров А.В., Красулин Ю.П., Луковников Ю.А., Макаров В.А., Петров Ю.П. Свойства резисторов, нанесенных на проводники, полученные методом электрического взрыва фольги. «Электронная техника», сер. 10, 1970, вып. 3(35).
3. Гревцев Н.В., Егоров А.В., Красулин Ю.Л., Коншин В.В., Костинский Л.Н., Петров Ю.П. Установка для напыления пленок методом электрического взрыва фольги. «Электронная промышленность», 1970, вып. 1.

УДК 539.234:621.319.4-416.002

ДЕПОНИРОВАНИЕ

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ СЛОЕВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ВЕЩЕСТВ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ

ДЭ-404, 24 стр., 14 рис.

В.Я.ШЕВЧЕНКО, А.Д.ГОНЧАРОВ, Г.И.ГОНЧАРЕНКО, А.В.САНДУЛОВА,
В.Б.МАРКЕВИЧ, Л.Д.ХУТОРЯНСКИЙ, П.РУДОЛЬФ

В работе проанализированы различные факторы, влияющие на кристаллическую структуру и электрические свойства Te , $CdSb$, $CdAs_2$, полученных методом направленной кристаллизации тонкого слоя расплава между двумя подложками. Определены оптимальные режимы кристаллизации. Проведен сравнительный анализ электрических свойств тонких слоев этих соединений со свойствами исходных монокристаллов и тонких пленок, полученных вакуумным осаждением. Показано, что пленки, полученные методом направленной кристаллизации, отличаются лучшими параметрами. Исследована возможность легирования тонких слоев и получения их заданной формы и толщины. Тонкие слои такого типа могут иметь широкое применение в производстве различных полупроводниковых приборов, особенно для изготовления матриц в интегральных схемах.

УДК 539.23:621.315.592

ВЫСОКООМНЫЕ ПЛЕНКИ КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ СУБЛИМАЦИЕЙ В ВАКУУМЕ НА НИЗКООМНЫХ ПОДЛОЖКАХ

ДЭ-421, 6 стр.

*С.П.СВЕТЛОВ, Л.С.ЕРЕМИНА, О.Г.ПЕШКОВСКАЯ,
Т.Н.СЕРГИЕВСКАЯ, В.А.ТОЛОМАСОВ*

Исследовался метод сублимации кремния в высоком вакууме. Полученные слои обладали проводимостью *n*-типа (удельное сопротивление равно $300 \text{ ом} \cdot \text{см}$). Распределение концентрации примеси по толщине пленки постоянно — 10^{13} см^{-3} .

УДК 539.239:546.28:621.52

ОБРАЗОВАНИЕ НАРОСТОВ НА СУБЛИМИРУЮЩЕЙ В ВАКУУМЕ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ

ДЭ-420, 5 стр., 1 рис.

Л.С.ЕРЕМИНА, С.П.СВЕТЛОВ

На сублимирующих в вакууме поверхностях кремния образуются наросты, размеры которых увеличиваются с ростом температуры и времени выдержки при отжиге в вакууме. С помощью рентгенографического исследования установлено, что эти наросты являются поликристаллическими образованиями кремния. Обнаружено, что количество наростов зависит от степени запыленности поверхности образца.

УДК 539.239:546.28:621.52

ДИФФУЗИОННЫЙ ПРОЦЕСС ВЛАГОНАПОЛНЕНИЯ СВОБОДНОГО ОБЪЕМА КОРПУСА МИКРОСХЕМЫ ЧЕРЕЗ КАНАЛ ТЕЧИ

ДЭ-396, 16 стр.

А.С.КЛИМЕНКО, В.А.САВАТЬЕВ

На основании решения уравнения диффузии влаги через канал течи получена зависимость величины относительной влажности в свободном объеме корпуса от диаметра канала и времени нахождения корпуса во влажной среде, определен эквивалентный диаметр поперечного сечения канала течи, который предлагается использовать для определения натекания гелия в камеру масс-спектрометра с целью нормирования величины натекания по величине относительной влажности в свободном объеме и определения предельно допустимого натекания гелия, необходимого для оценки герметичности корпусов в процессе контроля.

УДК 621.382.82-76

С материалами можно ознакомиться в Отделе фондов ЦНИИ "Электроника" (Москва, 117415, проспект Вернадского, 39).

ОБОРУДОВАНИЕ

48 | Регистрирующие автоматы в системе управления предприятиями В.В. Казанский, Б.В. Филиппов

51 | Прогнозирование развития технологического оборудования М.М. Бабушкин

54 | КРОСС-поточно-механизованная линия сборки интегральных схем

47

РЕГИСТРИРУЮЩИЕ АВТОМАТЫ

В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ

В.В.КАЗАНСКИЙ, Б.В.ФИЛИППОВ

В Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971-1975 гг. поставлена задача «развернуть работы по созданию и внедрению автоматизированных систем планирования и управления отраслями, территориальными организациями, объединениями, предприятиями, имея в виду создать общегосударственную автоматизированную систему сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством на базе государственной сети вычислительных центров и единой автоматизированной сети связи страны».

В последние годы произошел качественный скачок в отношении всех элементов производственного комплекса. Резко изменились и усложнились все без исключения элементы производства как объекта управления: средства и орудия производства, технологические процессы, условия производства и т.д. Качественные изменения в управляемом объекте влекут за собой изменения системы управления производством. Поэтому в настоящее время возникла проблема преодоления разрыва между научно-техническим уровнем производства и системой управления производством.

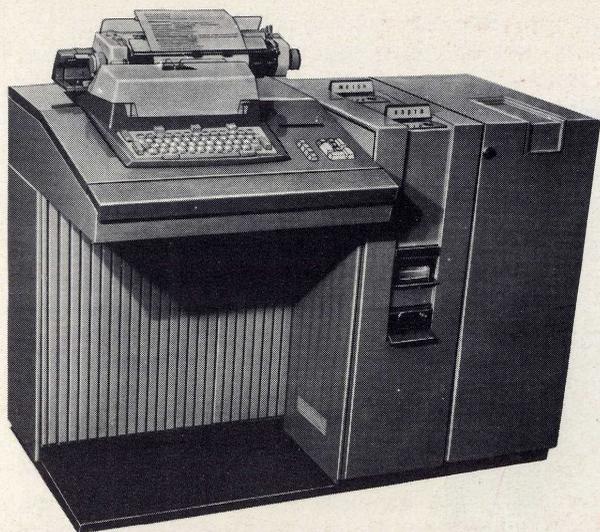
Результаты анализа объемов перерабатываемой информации на ряде предприятий при ручном методе ее обработки показывают, что объем информации, необходимой для руководителя производства, превышает приемлемую норму в 4,7 раза, для начальника цеха - в 2,8, для диспетчера - в 3,1, для мастера участка - в 4,3 раза. Существующее положение приводит к тому, что отдельные документы составляются с опозданием и администрация вынуждена работать без необходимых сведений, отражающих условия хода производства.

За последние годы научно-исследовательские институты и проектные организации страны смогли решить ряд задач по разработке и внедрению автоматизированных систем управления производством (АСУП). Практика показала, что важнейшей предпосылкой функционирования АСУП любого типа является наличие комплекса периферийных устройств, расположенных непосредственно на объекте автоматизации в местах возникновения первичных данных и в точках получения результирующей информации.

Отечественной промышленностью разработаны и введены в эксплуатацию устройства формирования и обработки первичной информации, весьма разнообразные по функциональным возможностям, такие, как «Ввод-1М», «Рута-901», «Рута-902», «Донец-1», УРИ-2М, УРИ-4 и др. Они получили название регистраторов производства.

Анализ функционирования отечественных систем управления производством, а также зарубежный опыт показали возможность разработки унифицированного ряда устройств, удовлетворяющих требованиям достаточно широкого круга различных процессов обработки информации. Устройствами такого ряда являются регистраторы общепромышленного назначения, состоящие из четырех моделей: РП-10, РП-20, РП-50 и РП-100.

Функциональные возможности различных регистраторов производства, в том числе и моделей ряда, показаны в таблице.



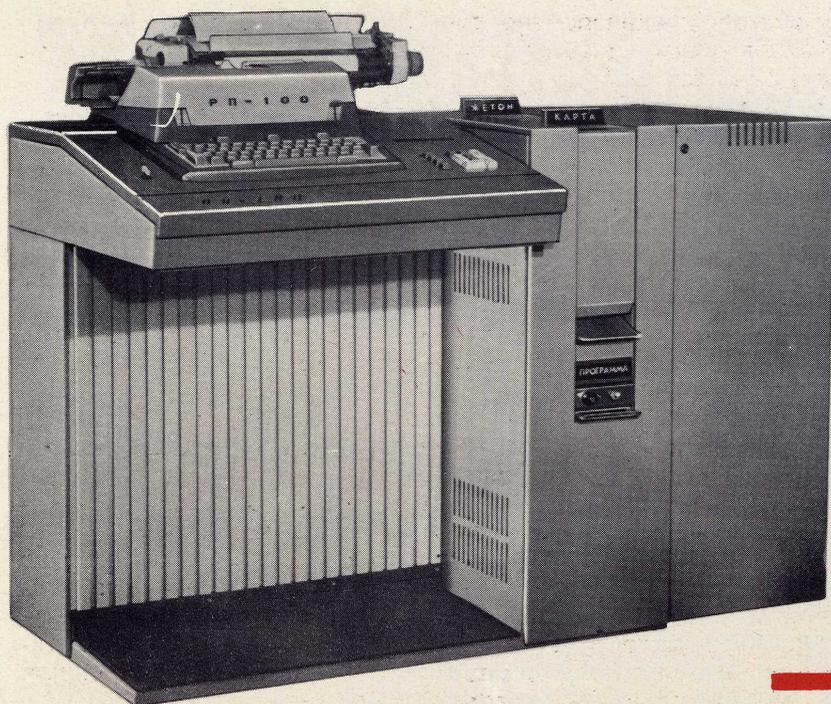
**ЦИФРОВОЙ
РЕГИСТРАТОР
РП-50**

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
УСТРОЙСТВ
СБОРА И РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ**

Устройства	В в о д								В ы в о д			О б р а б о т к а					Ф о р м а п е ч а т и						
	С перфокарты	С жетона	С цифровой клавиатурой	С алфав.цифр. клав.	Даты	Метки времени	Номера устройств	Электрический вход	Со служебной клавиатуры	На перфоленту	На перфокарту	На печать	Электрический выход	Суммирование	Вычитание	Умножение	Вычисление процентов	Накопленный результат	Сортировка информации	На узкую ленту	На узкий бланк	На широкий бланк	С получением копии
"Ввод-1М"	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
"Рута-901"; Рута-902"	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
"Донец-1"	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
УРИ-2М	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-
УРИ-4	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-
ВВУ	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
ВА-345П	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
РП-10	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
РП-20	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
РП-50	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+
РП-100	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+

Более широкие функциональные возможности регистраторов ряда РП по сравнению с остальными рассмотренными (надежность, обеспечение связи с ЭВМ, печать на широкий бланк, возможность получения копии документа, удобство в эксплуатации и современное оформление) позволяют считать их наиболее перспективными устройствами ввода и обработки информации в автоматизированных системах управления.

РП промышленного назначения могут использоваться для обработки информации: в цехах, отделах, на складах и других производственных участках. Особенностью этих устройств является их функциональная законченность, возможность обработки различных форм документов и децентрализованное использование.



**АЛФАВИТНО-ЦИФРОВОЙ
РЕГИСТРАТОР
РП-100**

ОБЕСПЕЧИВАЕТ

- автоматизированный ввод информации
 - С ЖЕТОНА (6 десятичных разрядов)
 - С ПЕРФОКАРТЫ (80 десятичных разрядов)
 - С БЛОКА УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫХ ПРИЗНАКОВ (10 десятичных разрядов)
- ручной ввод информации с клавиатуры
- ввод информации на печатный документ и перфоленту

Техническая скорость ввода информации
на печать 10 зн/сек
на перфоленту до 20 зн/сек
Напряжение питания 220в(50гц)
Габариты 1160x627x932мм
Вес 160 кг

Преимущество этих регистраторов производства состоит в том, что их разработка осуществлена на основе агрегатного принципа построения путем создания типовых функциональных узлов, блоков и устройств на единой элементной и конструктивной базе с унифицированными электрическими входами и выходами. Взаимосвязь всех блоков осуществляется путем стандартного сопряжения через устройство управления.

Устройство управления выполняет функции управления и обеспечивает асинхронную работу датчиков и приемников. Связь датчиков и приемников с устройством управления - радиальная.

Программное устройство обеспечивает автоматический режим работы и определяет порядок расположения информации на машинном носителе и документе. Носителем программы служит 80-колонная перфокарта. Считывание команд с перфокарты осуществляется по колонно, в старт-стопном режиме.

Устройство набора и индикации с сумматором производит арифметическую обработку (сложение, вычитание) информации. Наличие индикации вводимой в устройство информации обеспечивает возможность ее исправления в случае неправильного набора.

*Считыватель с жетона** обеспечивает считывание информации, нанесенной на жетон. Жетон закладывается и вынимается вручную и может быть использован до 10^6 раз.

Считыватель с перфокарты обеспечивает ввод информации с 80-колонных перфокарт, закладываемых вручную. Подача перфокарт под считывающую головку производится автоматически. Устройство работает в старт-стопном режиме. При этом обеспечивается возможность многократного (до 100 раз) безошибочного считывания информации с перфокарт.

Блок условно-постоянных признаков предназначен для ввода в РП таких признаков, как дата, номер РП, номер цеха и т.д. Все признаки набираются вручную с помощью клавиатуры.

Устройство ручного ввода информации представляет собой клавиатуру, с помощью которой оператор может управлять всеми блоками РП вручную.

* Жетон может использоваться как удостоверение личности.

Цифровое печатающее устройство предназначено для вывода на печатный документ цифровых и служебных знаков. Вывод информации осуществляется на бланк или рулон. Установка бланка на строку - ручная.

Алфавитно-цифровое печатающее устройство дополнительно к функциям цифрового печатающего устройства обеспечивает печать алфавитно-цифровой информации.

Перфоратор ленты служит для вывода информации на перфорационную ленту. Информация может быть представлена в различных кодах. Форма представления информации на перфоленте определяется типом сменного шифратора, установленного в блоке управления перфоратором.

Перфоратор карты предназначен для вывода информации на перфокарту в заданном коде. Подача карты - поколонная.

Агрегатно-модульный принцип, использованный при разработке регистраторов производства, позволяет комплектовать различные модели ряда РП унифицированными блоками.

В настоящее время первая партия регистраторов производства общепромышленного типа проходит опытную эксплуатацию на различных промышленных предприятиях страны. 1971 год будет годом начала их серийного выпуска. Дальнейшее развитие РП должно идти в направлении расширения их функциональных возможностей, совершенствования конструкции на основе применения достижений современной микроэлектроники и полимерных материалов. Высокая степень унификации всех узлов и применение интегральных схем обеспечат повышение надежности регистрирующих автоматов. Регистраторы производства, связанные с вычислительным центром проводными линиями связи, получают возможность ведения «диалога» с электронной вычислительной машиной и преобразования получаемой от машины информации в вид, наиболее удобный для принятия решений по управлению предприятием (графики, объемные чертежи и т.д.).

Разработка регистрирующих автоматов - важный шаг на пути создания автоматизированных систем управления для всех отраслей народного хозяйства, обеспечивающий решение задачи, поставленной Директивами XXIV съезда КПСС.

УДК 658.51.011.56

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

М.М.БАБУШКИН

Ускорение темпов технического прогресса заставляет искать пути совершенствования планирования развития оборудования, особенно технологического.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР "О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники" (1968 г.) указано на необходимость организации разработки на длительную перспективу (10-15 лет) проектов предприятий и производств, а также моделей машин и оборудования, с тем чтобы обеспечить необходимый научный и технический задел для перехода на качественно новые технологические процессы.

Задачу повышения эффективности технологических процессов можно решить, повысив эффективность технологического оборудования, которая в свою очередь определяется совокупностью технических параметров и экономических показателей оборудования. Зная тенденции изменения каждого

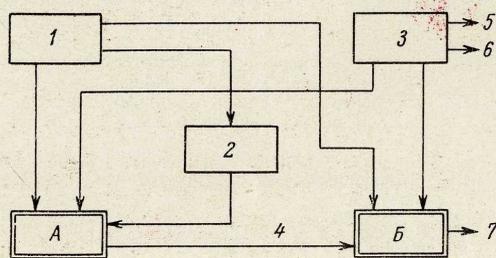
из основных параметров и всей их совокупности в целом, можно определить уровень эффективности технологического оборудования в перспективе.

В отечественной и зарубежной практике главный упор при планировании технического прогресса в настоящее время делается на усиление подготовительных этапов исследований и разработки новой техники. Подсчитано, например, что средства, затрачиваемые на отдельные этапы разработки: сбор и выбор идей, теоретическую и экспериментальную проверку идей, выбор темы и разработку метода - относятся приблизительно как 1:40:2:2000 [1]. Отсюда становится ясным значение и эффективность подготовительных этапов. Недостаточная предварительная проработка и неправильный выбор направления могут привести в последующем к нерациональному расходованию огромных средств.

Другой важной проблемой планирования развития техники является обеспечение будущих потребностей в оборудовании при техническом переосна-

щении предприятий [2]. Экономические модели, примененные для расчета, должны учитывать технический уровень оборудования, а главное — тенденции изменения параметров оборудования при планировании потребности в нем.

Практика показала, что при планировании развития технологического оборудования для полупроводникового производства необходимо учитывать как его технический, так и экономический аспекты. В основе обобщенной модели прогнозирования потребности в оборудовании лежат две взаимосвязанные модели: конструкционная и эксплуатационная (рис.1). Конструкционная модель используется для определения технических параметров оборудования, которое может быть разработано с учетом тенденций его развития и будущих научно-технических достижений. Выходные данные конструкционной модели служат исходными данными для эксплуатационной модели, предназначенной для определения производственных возможностей оборудования и расчета производственных мощностей предприятий, оснащенных этим оборудованием.

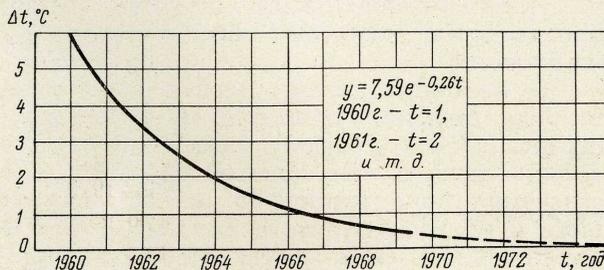


1 Обобщенная модель прогнозирования потребности в технологическом оборудовании (А — конструкционная; Б — эксплуатационная):

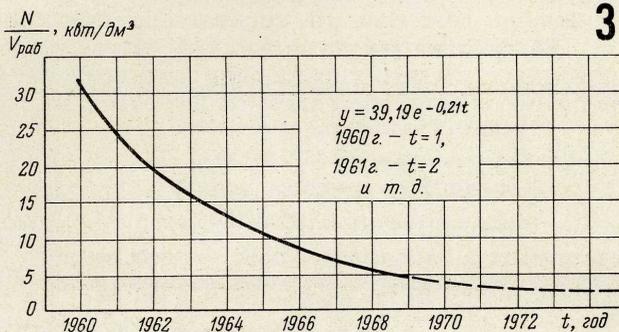
- 1 — вход; 2 — модель технических требований к оборудованию;
- 3 — модель затрат; 4 — технические возможности оборудования;
- 5 — стоимость оборудования; 6 — эксплуатационные затраты;
- 7 — производственные возможности (мощности) предприятия

Технометрическое моделирование осуществляется с помощью специально разработанной методики ПРОТОВ [3–6], в основе которой лежит рассмотрение процесса эволюционного развития каждого класса технологического оборудования как массового случайного процесса, что позволяет применить вероятностно-статистические методы для выявления и анализа тенденций изменения параметров и нормативно-экстраполяционные методы — для прогнозирования этих тенденций на плановый период. Характерной особенностью методики является стыковка (согласование) прогноза уровня параметров изделия, полученного путем экстраполяции тенденции развития оборудования, с прогнозом развития требований к оборудованию, предназначенному для производства изделий. Алгоритм расчета позволяет производить как линейную, так и нелинейную аппроксимацию исходных совокупностей данных (значений параметров) фун-

кциями вида $y = ax + b$, $y = ax^2 + bx + c$; $y = ac^{bx}$; $y = \frac{a}{x+c}$; $y = \frac{a}{x+c} + b$, которые достаточно точны при решении задач кратко- и среднесрочного прогнозирования (на 4–7 лет). В качестве примеров на рис.2 и 3 приведены соответствующие графики, отражающие тенденции изменения параметра Δt (точность поддержания температуры в рабочем объеме) и удельной характерист-



2



3

тики $N/V_{\text{раб}}$ (мощность/рабочий объем диффузионной камеры) для диффузионных печей сопротивления трубчатого типа, применяемых при производстве полупроводниковых приборов.

Эконометрическое моделирование при определении потребностей в оборудовании основано на применении методов прямого счета и нормативно-экстраполяционных методов. Методика [7] построена на использовании в качестве прогнозируемых факторов так называемых удельных норм (величины различных экономических параметров, отнесенных к 1000 шт. выпускаемых изделий или к 1000 руб. выпуска продукции) и определении тенденций их изменения с экстраполяцией на плановый период. Зная в плановом периоде потребность или планируемый выпуск изделий, можно рассчитать потребность в оборудовании, в производственных площадях и т.д. для обеспечения этого выпуска:

$$P^* = \delta * N,$$

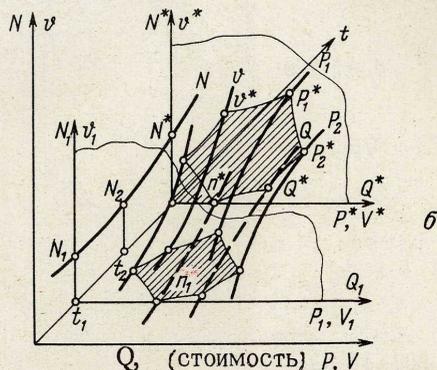
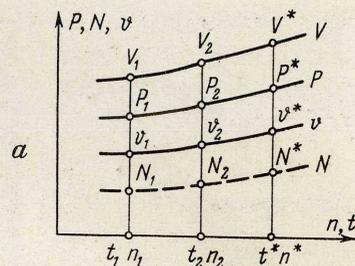
где P^* — искомое значение экономического параметра; N — выпуск изделий в плановом периоде; $\delta = f(\delta, t)$ — значение удельной нормы в плановом периоде; (δ — значение удельной нормы в базовом периоде; t — время).

Длительное использование разработанной модели при планировании развития полупроводникового машиностроения подтвердило принципиальную правильность такого подхода к определению потребности в технологическом оборудовании на перспективу. Аналогичный подход используется и при определении потребности в приборах [8]. Попытки экстраполяции выявленных тенденций изменения экономических параметров (например, потребности в оборудовании) на интервал прогнозирования по формуле $P^* = \phi(P, t)$ не дали успеха. Это объясняется тем, что потребность в технологическом оборудовании в решающей степени зависит от количества и структуры выпускаемых изделий.

В связи с тем, что первоначально принятый линейный закон изменения удельных норм во времени к концу пятилетнего периода 1966–1970 гг. недостаточно точно отражал фактическую потребность, возникла необходимость уточнения эконометрических моделей в направлении дифференциации удельных норм по классам выпускаемых изделий и по группам технологических операций. Более полно были учтены факторы, влияющие на удельные нормы и на их изменение в перспективе, что дало возможность построить эконометрические модели на основе функций различного вида.

Развитие методов прогнозирования позволяет устранить имевшийся ранее разрыв между техническим и экономическим планированием, синтезировать их в едином процессе, обеспечивающем достижение единой цели. Планирование выпуска конкретных моделей машин на длительную перспективу нереально. Наиболее рациональным представляется перспективное планирование функций, параметров, удельных характеристик и удельных норм. Суть такого планирования заключается в следующем.

Предположим, что требуется определить план производства термического оборудования для операции диффузии. Основным показателем при планировании может быть удельный объем рабочего пространства печи на одну функцию (транзистор, диод и т.д.). Зная программу выпуска приборов N^* на прогнозируемый t^* й год и тенденцию изменения удельного объема v , т.е. значение v^* , получаем суммарный объем $V_{\Sigma} = N_{v}^*$, необходимый для обеспечения планируемого выпуска приборов. От него можно перейти к конкретным моделям печей диффузии с рабочими объемами V_1^* , V_2^* или вообще V_i^* . Далее, учитывая корреляционные связи других параметров P_i и показателей с V_i и тенденции изменения этих связей, находим P_i^* конкретных моделей перспективного планируемого периода. Графическая интерпретация процесса планирования показана на рис.4 (а – плоская модель планирования, б – объемная модель). На объемной модели упрощенно представлена многомерная гиперповерхность в пространстве параметров и показателей, изображающая развитие оборудова-



4

ния. Планируемый выпуск приборов задан кривой N в плоскости $N-t$. Рассекая гиперповерхность плоскостями в периоды времени t_1, t_2, t^* , получаем значения параметров v, V, P_1, P_2, Q и другие, которые должны иметь конкретные модели оборудования n_1, n_2, n^* в эти периоды времени. Поскольку известны взаимосвязи параметров и их связи с экономическими показателями, можно провести оптимизацию их соотношений по одному из критериев, например по критерию минимума полных затрат на одну функцию.

Преимущества метода планирования по функциям станут особенно очевидными, если учесть, что на функцию можно рассчитать самые различные показатели: стоимость оборудования, трудоемкость, потребность в материалах и рабочей силе, энергоемкость, потребность в площади и т.д.

Таким образом, использование методов прогнозирования становится важным фактором совершенствования планирования развития технологического оборудования.

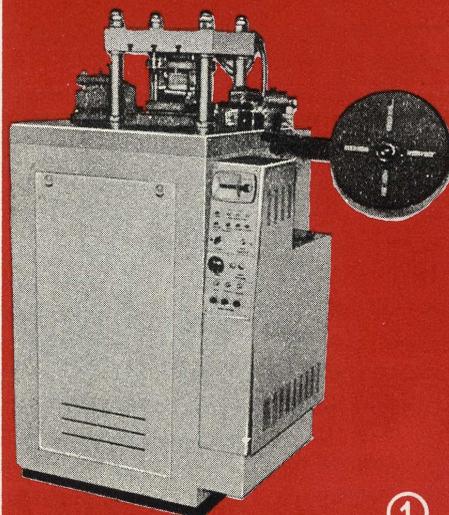
ЛИТЕРАТУРА

1. "Die Technik", Jg.25, N.10, Oct. 1970, S.630.
2. Фальцман В.К. Прогнозирование потребности в оборудовании, М., "Экономика", 1970.
3. Бабушкин М.М. Обоснование перспективности новой техники и прогнозирование. "Электронная техника", сер.10, 1969, № 5.
4. Бабушкин М.М., Месяцев П.П. Практика прогнозирования параметров технологического оборудования. "Вопросы научного прогнозирования", М., 1969, вып.11.
5. II Всесоюзная конференция по технической кибернетике. Аннотации и тезисы докладов, М., 1969 (НТО РЭС им.А.С.Попова).
6. Организация научных исследований в промышленности и их эффективность (тезисы докладов), Киев, 1969, вып.1. Наука, техника и производство в условиях современной научно-технической революции.
7. Бабушкин М.М. Определение перспективной потребности в специальном технологическом оборудовании. "Обмен опытом в электронной промышленности", 1968, вып.4.
8. Стуколов П.М. Определение потребности в приборах и построение ее отраслевой структуры. М., ОНТИприбор, 1967.

УДК 621.38.002.5.001.18

ПРЕСС-АВТОМАТ предназначен для вырубки, загибки и других штамповочных работ.

Усилие пресса 10 Т
 Шаг автоматической подачи ленты 0-35 мм
 Точность подачи 0,02 мм
 Максимальная толщина штампуемого материала 1 мм
 Габариты 140×800×1420 мм



1

КРОСС

ПОТОЧНО-МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ СБОРКИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ



2

- 1 ПРЕСС-АВТОМАТ
- 2 УСТАНОВКА ДЛЯ ПЕРЕНОСА КРИСТАЛЛОВ
- 3 УКЛАДЧИК КРИСТАЛЛОВ
- 4 ПОЛУАВТОМАТ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ
- 5 УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ
- 6 УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВЫВОДОВ
- 7 УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ
- 8 УСТАНОВКА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ
- 9 УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫРУБКИ И ЗАГИБКИ ВЫВОДОВ

УСТАНОВКА ДЛЯ ПЕРЕНОСА КРИСТАЛЛОВ. Метод приморозивания кристаллов к стеклянной подложке с последующей сублимацией пленки льда, используемый в установке, позволяет переносить группы разделенных кристаллов на стеклянную подложку без нарушения их первоначальной ориентации на полупроводниковой пластине. Установка проста в эксплуатации и надежна.

Производительность 6 пластин/ч
 Максимальный размер пластин 50 мм
 Регулируемый цикл приморозивания 5-8 мин
 Цикл сублимации ~10 мин

Регулируемая температура приморозивания от -10 до -51°C
 Температура сублимации от -1 до -3°C
 Напряжение сети 220 в (50 гц)
 Габариты 970×485×440 мм

Полностью механизирован процесс сборки интегральных схем. Два комплекта оборудования могут обеспечить 1 млн. сборок интегральных схем в год. Экономический эффект от внедрения поточно-механизированной линии 300 тыс. руб.



3

УКЛАДЧИК КРИСТАЛЛОВ предназначен для укладки кристаллов в гнезда кассеты. Обеспечивает высокую точность при автоматическом захвате кристалла вакуумным присосом, при укладке кристалла в гнездо, при повороте кассеты на угловой шаг.

Производительность	800 кристалл/ч
Число кристаллов в одной кассете	80
Напряжение сети	220 в (50 гц)
Потребляемая мощность	40 вт
Габариты	550 × 175 × 460 мм

ПОЛУАВТОМАТ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ осуществляет монтаж кристаллов на отрезки ленты и припайку с помощью ультразвуковых колебаний. Производительность полуавтомата 800 присоединений в час.

Обеспечивает автоматическую подачу ленты из магазина и кристалла из кассеты, автоматическое присоединение кристалла, автоматическую укладку ленты с присоединенными кристаллами в магазин.

Размеры присоединяемых кристаллов

наименьшие	0,5 × 0,5 мм
наибольшие	2 × 2 мм
толщина	≥ 0,2 мм

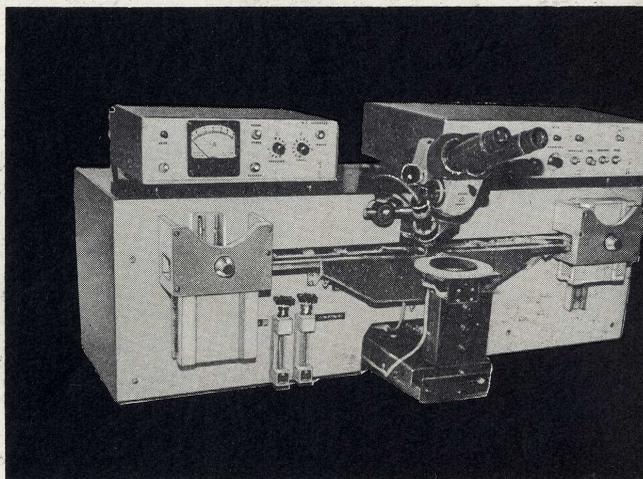
Точность установки кристаллов 0,2 мм

Регулируемое время пайки 0,4–3,5 сек

Регулируемое давление 80–280 Г

Регулируемая температура рабочей зоны нагрева 200–450°C

Габариты 1006 × 620 × 450 мм



4

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ предназначена для монтажа кристаллов на ножку корпуса или на отрезки ленты. Захват кристалла происходит по грани. Процесс присоединения кристалла ведется в защитной среде.

Производительность 200 кристалл/ч

Регулируемое время пайки 0,04–3,6 сек

Размеры присоединяемых кристаллов:

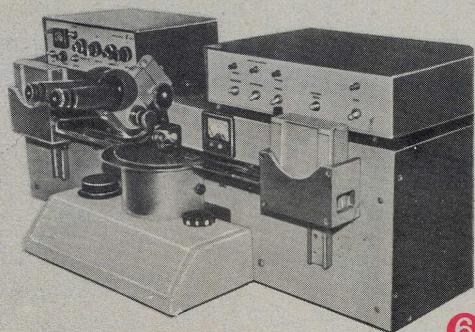
наименьшие	0,5 × 0,5 мм
наибольшие	2,5 × 2,5 мм
толщина	≥ 0,2 мм

Регулируемая температура рабочей зоны нагрева 200–450°C

Габариты 500 × 570 × 500 мм

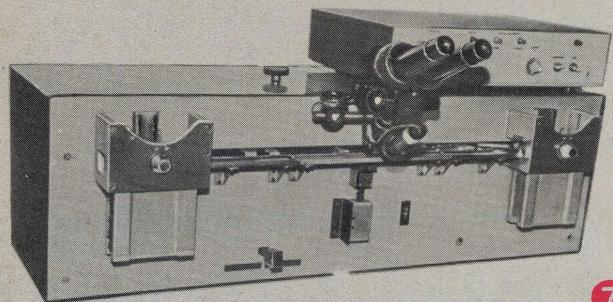


5



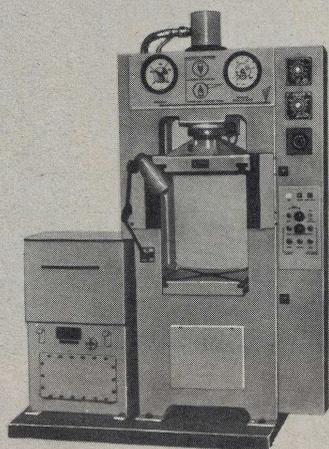
УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВЫВОДОВ из алюминия и золота обеспечивает совмещенное перемещение проволоки и инструмента, автоматическую подачу и обрыв проволоки, автоматическую подачу лент из магазина, автоматическую укладку лент с присоединенными выводами в магазин.

Диаметр привариваемых выводов	20–60 мм
Регулируемое давление	25–120 Г
Габариты	1006 × 560 × 450 мм



УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ позволяет устранить исправимый брак и при необходимости произвести предварительную защиту интегральных схем.

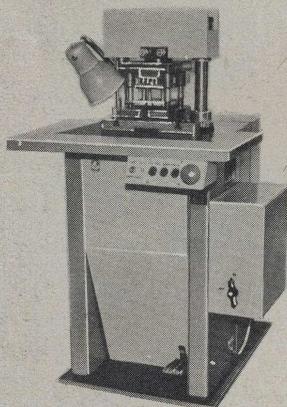
Производительность	120–800 прибор/ч
Рабочий цикл установки	3–30 сек
Потребляемая мощность	0,2 квт
Напряжение сети	220 в
Габариты	1006 × 630 × 450 мм



УСТАНОВКА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ позволяет регулировать скорость подачи пресматериалов, давление, температуру и время прессования.

Применение в конструкции пресса блока литейного прессования со стационарными пресс-формами обеспечивает одновременную герметизацию 40 интегральных схем.

Производительность	300 прибор/ч
Регулируемое усилие прессования	0,2–4 Т
Регулируемая мощность	8,5 квт
Габариты	1550 × 600 × 2000 мм



УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫРУБКИ И ЗАГИБКИ ВЫВОДОВ состоит из пресса и комбинированного штампа.

Производительность	600 вывод/ч
Усилие пресса	3 Т
Ход ползуна	30 мм
Число ходов ползуна в минуту	150



ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

58

Расчет оптимального количества оборудования
для цеха технологического контроля Л.А. Богородицкий, О.Г. Грачев, Л.М. Попель, А.Н. Сазиков

60

Рентгенодефектоскопический контроль качества
паяных соединений в гибридных микросхемах
Г.А. Мингазин, Р.Х. Оганезов, В.И. Зеленев,
В.Н. Белов

62

Депонирование

57

Комплект для разбраковки с последующей классификацией на 12 групп и измерения по статическим параметрам ЦИС в условиях их серийного производства.

Состоит из установки "Элекон-УКС", устройства "Элекон-УМ" и пульта оператора.

Работает с ручным и с автоматическими контактирующими устройствами, а также с автоматическими зондовыми установками.

Производительность — 10000 схем/ч

Ввод данных — с устройства программного управления. Вывод информации — на световую индикацию, цифropечать, перфоратор и ЦВМ.

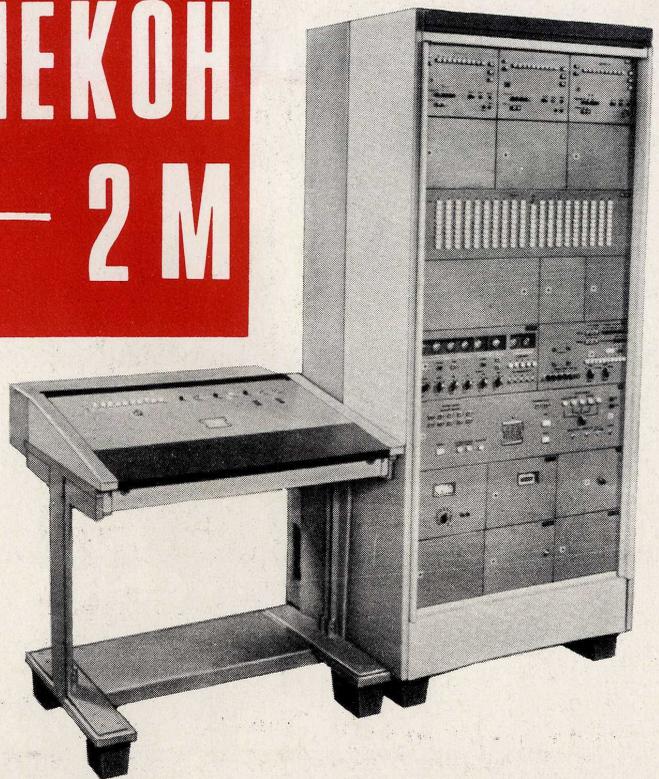
Напряжения на выводах испытываемой схемы (от четырех источников) при токе нагрузка 0–100 мА:

Диапазон	Дискретность	Точность
0 – 1 в	1 мв	$\pm(0,1\% + 2 мв)$
0 – 10 в	10 мв	$\pm(0,1\% + 10 мв)$
0 – 50 в	100 мв	$\pm(0,1\% + 100 мв)$

Токи на выводах схемы (от одного источника) при изменении напряжения на нагрузке от 0 до 10 в:

Диапазон	Дискретность	Точность
0 – 1000 мкА	1 мкА	$\pm(0,3\% + 2 мкА)$
0 – 10 мА	10 мкА	$\pm(0,3\% + 20 мкА)$
0 – 100 мА	100 мкА	$\pm(0,3\% + 200 мкА)$

ЭЛЕКОН С – 2 М



Диапазоны разбраковки и измерения токов и напряжений (любой полярности):

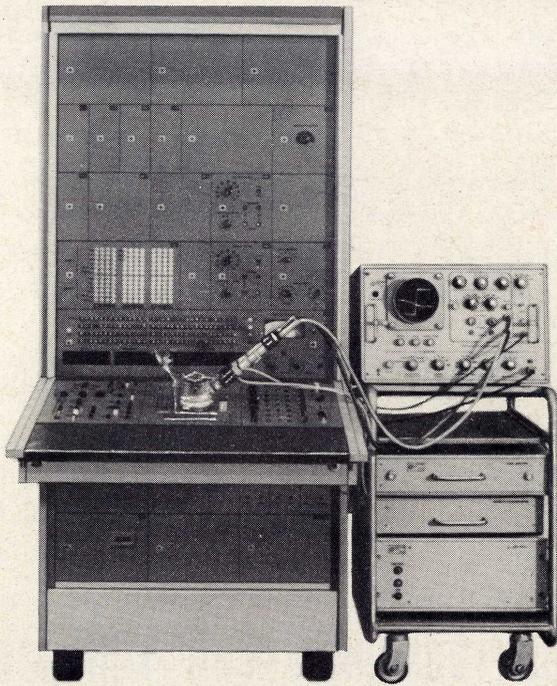
Диапазон	Погрешность аналоговой разбраковки	Погрешность измерения
0 – 1000 нА	$\pm(1,0\% + 2 нА)$	$\pm(1\% + 2 нА)$
0 – 10 мкА	$\pm(1,0\% + 20 нА)$	$\pm(1\% + 20 нА)$
0 – 100 мкА	$\pm(1,0\% + 200 нА)$	$\pm(0,5\% + 200 нА)$
0 – 1000 мкА	$\pm(0,5\% + 2 мкА)$	$\pm(0,5\% + 2 мкА)$
0 – 10 мА	$\pm(0,5\% + 20 мкА)$	$\pm(0,5\% + 20 мкА)$
0 – 100 мА	$\pm(0,1\% + 200 мкА)$	$\pm(1\% + 200 мкА)$
0 – 1 в	$\pm(0,2\% + 2 мв)$	$\pm(0,05\% + 0,3 мв)$
0 – 10 в	$\pm(0,2\% + 20 мв)$	$\pm(0,05\% + 3 мв)$
0 – 100 в	$\pm(0,2\% + 200 мв)$	$\pm(0,05\% + 30 мв)$

Расчет оптимального количества оборудования для цеха технологического контроля

Л.А. Богородицкий, О.Г. Грачев, Л.М. Попель, А.Н. Сазиков

Высокая трудоемкость измерения и испытаний ЦИС определяется значительным объемом проводимых испытаний и многократным их повторением. Поэтому вопрос правильной организации цеха технологического контроля электрических параметров и испытаний ЦИС для обеспечения программы выпуска интегральных схем стал весьма актуальным.

**Динамические параметры
готовых логических интегральных схем
быстро и эффективно измеряет**



ПОЛУАВТОМАТ ЭЛЕКОН-ДЛ

Производительность **450 схем/ч**
 Время измерения одного теста **≤ 0,1 сек**
 при измерении быстродействия
 схем в широком диапазоне **3–10000 нсек**
 Большой выбор тестов **128**

Годовой ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ при внедрении полуавтомата

20000 руб.

Максимальное число выводов
 проверяемой схемы 14
 Максимальное число входов 8
 Максимальное число выходов 4
 Параметры тест-импульсов:
 частота 50 кГц
 длительность импульсов 2 мксек ± 20%
 амплитуда 1–6 в
 длительность фронтов < 5 нсек

Параметры источников питания:
 напряжение ± (0,1 – 6 в)
 ток нагрузки 1 – 100 ма
 Точность измерения 5% + 1 ед.счета
 Число групп разбраковки 2
 Потребляемая мощность 1,2 кВа
 Габариты 1260×1300×1800 мм
 Вес 460 кг

При проектировании участков контроля, учитывая требования существующего технологического процесса, будем исходить из объема 100%-ных испытаний, которым должны подвергаться ЦИС в процессе производства. Требуемое количество единиц КИО определяется по формуле $P_0 = P_1 + P_2$,

где P_0 – общее количество единиц КИО для данного участка контроля; P_1 – количество единиц КИО, необходимое для выявления бракованных схем на данном участке контроля; P_2 – количество единиц КИО, необходимое для контроля годной продукции на данном участке контроля. При этом

$$P_1(s-1) = \frac{(K_{s-1} - K_s) \alpha n}{N},$$

$$P_2(s-1) = \frac{K_s n}{N},$$

где N – производительность КИО, равная $N_M = \frac{F}{T_3 + \frac{T_M}{n}}$ (для

многопостовых систем) и $N_0 = \frac{F}{T_3 + T_M}$ (для однопостовых систем);

α – среднестатистический коэффициент, учитывающий эффективность программ контроля электрических параметров ЦИС, который может меняться в пределах от $\frac{1}{\varphi_{общ}}$ до единицы;

$K_1, K_2, \dots, K_{s-1}, K_s$ – коэффициенты запуска ЦИС на соответствующем участке контроля;

n – планируемый выпуск годных ЦИС;

F – эффективный фонд времени работы оборудования;

T_M – время, необходимое для загрузки и выгрузки одной ЦИС;

$T_3 = t_{cp} \varphi_{общ}$ – время измерения электрических параметров одной ЦИС;

t_{cp} – среднее время контроля одного параметра;

$\varphi_{общ}$ – общее число контролируемых параметров ЦИС.

Зная структуру цеха технологического контроля электрических параметров и испытаний ЦИС, формулы для расчета количества единиц КИО на каждом участке и для расчета производительности КИО, можно записать выражение для определения требуемого количества единиц оборудования:

$$P_0 = \frac{n}{N} \sum_{i=1}^s [(K_i - K_{i+1}) \alpha_i + K_{i+1}]$$

Пример расчета требуемого количества единиц КИО типа "Электрон С-2М" и "Электрон Дл-1" для цеха технологического контроля и испытаний ЦИС, состоящего из участка проверки ЦИС на пластине, участка классификации ЦИС по статическим и динамическим параметрам после герметизации, участка контроля ЦИС по статическим параметрам в проходных камерах тепла, участка контроля ЦИС по статическим параметрам в проходных камерах холода, участка цехового контроля схем по статическим и динамическим параметрам, участка контроля ЦИС по статическим и динамическим параметрам ОТК.

Допустим, планируемый выпуск завода равен 10 млн. ЦИС в год. При этом параметры технологического процесса следующие: $K_1 = 1,8$; $K_2 = 1,5$; $K_3 = 1,4$; $K_4 = 1,3$; $K_5 = 1,2$; $K_6 = 1,02$; $\alpha = 0,5$ для всех участков. КИО при двухсменной работе эксплуатируется в течение 4000 ч ($K_{исп} \approx 0,90$) и имеет следующие технические характеристики: для уста-

новки "Электрон С-2М" $m = 5$; $t_{cp} = 0,01 \text{ сек}$; $\bar{q}_{общ} = 50$; $T_3 = 0,01 \times 50 = 0,5 \text{ сек}$; $T_M = 1 \text{ сек}$ (при работе с автоматическим разбраковщиком или установкой зондового контактирования;

$$\frac{T_M}{t} \approx 0 \ll T_3; N_M = \frac{0,9 \cdot 4000 \cdot 3600}{0,5} = 28,8 \cdot 10^6 \text{ ЦИС в год};$$

$$P_0 = \frac{10 \cdot 10^6}{28,8 \cdot 10^6} [(1,8-1,5) \cdot 0,5 + 1,5 + (1,5-1,4) \cdot 0,5 + 1,4 + (1,4-1,3) \cdot 0,5 + 1,3 + (1,3-1,2) \cdot 0,5 + 1,2 + (1,2-1,02) \cdot 0,5 + 1,02 + (1,02-1) \cdot 0,5 + 1] = 3 \text{ установки.}$$

Для установки "Электрон Дл-1" $T_3 = 0,1 \times 16 = 1,6 \text{ сек}$; $T_M = 1 \text{ сек}$ (при работе с автоматическим разбраковщиком типа ПКРМ-2);

$$N_0 = \frac{4000 \cdot 3600}{1,6 + 1} = 5,5 \cdot 10^6 \text{ ЦИС в год.}$$

Учитывая, что контроль динамических параметров проводится только на втором, пятом и шестом участках, получаем:

$$P_0 = \frac{10 \cdot 10^6}{5,5 \cdot 10^6} [(1,5-1,4) \cdot 0,5 + 1,4 + (1,2-1,02) \cdot 0,5 + 1,02 + (1,02-1) \cdot 0,5 + 1] = 7 \text{ установок.}$$

Таким образом, для оснащения рассмотренного нами цеха технологического контроля необходимы три установки типа "Электрон С-2М" и семь установок "Электрон Дл-1".

УДК 621.317.799:621.382.82.002

Рентгенодефектоскопический контроль качества паяных соединений в гибридных микросхемах

Т.А. Мингазин, Р.Х. Оганезов, В.И. Зеленов, В.Н. Белов

МЕТОД РЕНТГЕНОВСКОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ В РАСХОДЯЩЕЙСЯ ПУЧКЕ, ПРИМЕНЕННЫЙ ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ ЖЕСТКИХ ВЫВОДОВ ТРАНЗИСТОРОВ С КОНТАКТНЫМИ ПЛОЩАДКАМИ ГИБРИДНЫХ МИКРОСХЕМ, ПОЗВОЛЯЕТ ПОЛУЧАТЬ ДОСТАТОЧНО ПОЛНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О НАДЕЖНОСТИ КАЧЕСТВА КОНТАКТОВ.

Существующая технология сборки гибридных микросхем, в которых транзисторы с жесткими выводами монтируются на подложку методом перевернутого кристалла, связана с трудностями контроля качества паяных соединений. Из-за размещения кристаллов лицевой стороной вниз визуальное наблюдение качества контактов оказывается невозможным.

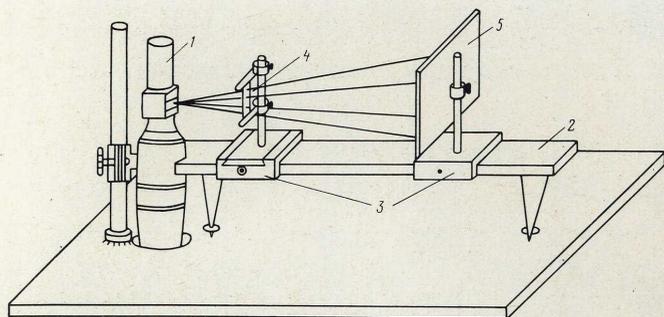
Применяемые в настоящее время способы контроля не пригодны для проверки серийно выпускаемых изделий, так как они основаны на приложении механических усилий к кристаллам, что приводит к разрушению испытуемых микросхем.

Одним из методов, позволяющих проводить неразрушающий контроль качества паяных соединений, является метод рентгеновской дефектоскопии*. В отличие от широко распространенного метода рентгеновской дефектоскопии, когда теневое

изображение детали обычно получается в масштабе 1:1 (или несколько больше), для анализа дефектов в электронных изделиях (диодах, транзисторах, микромодулях и др.) применяется метод рентгеновской дефектоскопии в расходящемся пучке, основанный на использовании острофокусной рентгеновской трубки с размером фокуса около 50 мкм. Этот метод позволяет получать увеличенные в 5-10 раз и более теневые изображения объектов с хорошей разрешающей способностью.

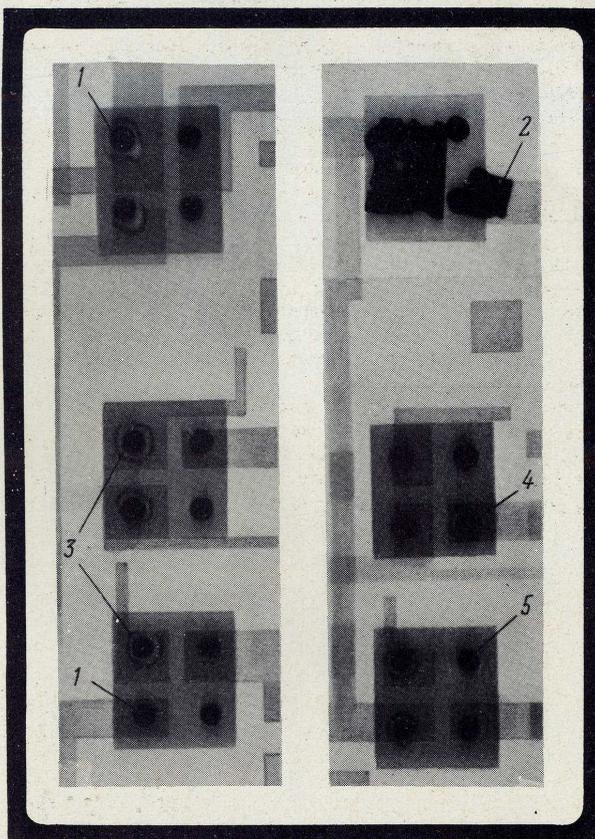
На рис.1 показана схема дефектоскопа, применявшегося в работе. Для осуществления дефектоскопии в расходящемся пучке используется отпаянная острофокусная рентгеновская трубка типа БСВ-5 с гарантированным размером фокуса 40-60 мкм 1. На оптической скамье 2 размещены на каретках 3 держатель образцов 4 и кассета с рентгеновской пленкой 5. Держатель обеспечивает поворот образца относительно горизонтальной и вертикальной осей, перпендикулярных оптической оси прибора, а также поступательное перемещение

* М. Michael Roth. "Materials Evaluation", 1968, v. XXVI, N 1, p.18-30.



1

2



по этим направлениям. При массовом контроле микросхем в держателе закрепляется сразу несколько образцов. Конструкция кассеты дефектоскопа может быть произвольной и должна обеспечивать надежное закрепление рентгеновской пленки, помещенной в светонепроницаемый пакет.

Поскольку в гибридных микросхемах применяются материалы с малыми коэффициентами поглощения рентгеновских лучей (такие, как Si, Al и др.), а элементы (транзисторы, конденсаторы и др.) имеют небольшие размеры, то качество дефектограммы схемы существенно зависит от выбранных величин напряжения и тока рентгеновской трубки, а также от времени экспозиции. Для каждого нового объекта эти параметры определяются экспериментально. Пяти-семикратного увеличения, которое может быть получено за приемлемую при массовом контроле микросхем экспозицию (3–5 мин/снимок), зачастую недостаточно для того, чтобы визуально определить качество соединения, и тогда требуется еще дополнительное оптическое или фотографическое увеличение снимка. Поэтому рентгеновская пленка должна иметь высокую контрастность, хорошую разрешающую способность и достаточную чувствительность. Наиболее подходящими для этой цели являются рентгеновские пленки типа РТ-4М и РТ-5.

Работа, проведенная по исследованию возможности применения описанного метода для оценки качества паяных соединений шариковых выводов транзисторов, которые монтировались на подложку с пленочной пассивной схемой методом "перевернутого кристалла", показала хорошие результаты. На рентгенограмме гибридной микросхемы (рис.2) хорошо видны контактные площадки с токоведущими дорожками, контуры кристаллов транзисторов и шариковые выводы. По расположению шариковых выводов относительно контактных площадок 1 легко определить правильность совмещения выводов транзисторов с контактными площад-

ками микросхемы. На снимке четко просматриваются затеки припоя 2 (в виде сплошных темных пятен). При соприкосновении облуженного вывода транзистора с контактной площадкой и последующей подаче теплового импульса припой расплавляется, стекает с медного шарика и сплавляется с контактной площадкой. О наличии надежного контакта между шариковыми выводами и микросхемой свидетельствуют темные концентрические окружности 3, а также некоторое увеличение диаметра вывода 4 в результате расплющивания шарика. В случае отсутствия контакта диаметр шарика не изменяется и его контуры остаются четкими 5. Такое изображение контакта на рентгенограмме характерно для выводов, под которыми нет контактной площадки.

В настоящее время разработан лабораторный образец полуавтоматического рентгеновского дефектоскопа с производительностью 50 схем в час.

Метод рентгенодефектоскопии в расходящемся пучке позволяет получать более полную информацию о надежности и качестве контактов по сравнению с электрическими и механическими методами.

Проведенные исследования показали перспективность этого метода для анализа качества паяных соединений жестких выводов навесных элементов при массовом производстве гибридных микросхем.

ДИПЛОМЫ

УКАЗАТЕЛЬ НАУЧНЫХ ТРУДОВ (СТАТЕЙ) И ИЗОБРЕТЕНИЙ (ПАТЕНТОВ) ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

ДЭ-403, 107 стр.

А.И.КРЮЧКОВ

Цель настоящей работы – создание систематизированного указателя научных трудов и изобретений зарубежных фирм, который может быть весьма полезен при определении уровня развития техники и научно-техническом прогнозировании. Приводятся данные по двум фирмам США (Hewlett-Packard Co и Textronix Inc.).

Указатель содержит номерные перечни патентов, алфавитные перечни имен изобретателей, перечень патентов – аналогов по основным странам, библиографический указатель научных трудов и перечень изданий, в которых опубликованы эти труды.

УДК 608.3:016(088.8)(100)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ СВОЙСТВ КАНАЛЬНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

ДЭ-425, 22 стр., 7 рис.

В.Н.ГАЛКИН

Рассматриваются основные источники шума и система шумовых параметров канальных транзисторов. Предлагается методика измерения шумовых параметров, в том числе способ измерения низкочастотных шумов с использованием линейного детектора. Приводятся результаты измерений уровня шумов в диапазоне от 8 *гц* до 100 *кГц*. Сравниваются шумы для разных моделей канала транзистора с *p-n* переходом.

УДК 621.382.322.012.621.391.822

ВАКУУМНАЯ НАПЫЛИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА С ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫМ ИСПАРИТЕЛЕМ

ДЭ-394, 11 стр., 2 рис.

*Ю.П.ТЕРЕНТЬЕВ, Р.В.ИШИМБАЕВ, А.Е.ЛИХТМАН, Л.Н.НЕМИРОВСКИЙ,
Л.А.СЕЙДМАН, В.Н.СУВОРОВ, Г.А.МОРОЗОВ*

Разработана вакуумная напылительная установка с электронно-лучевым испарителем для нанесения слоев металлов и полупроводников при испарении их бестигельным способом. Установка предназначена для вакуумной эпитаксии германия, а также для осаждения других материалов. В установке предусмотрено контролируемое легирование галлием автоэпитаксиальных слоев.

Испаритель состоит из электронной пушки, фокусирующей и отклоняющей систем и магнитной призмы. Применение магнитной призмы, повараживающей электронный луч на 90°, позволило полностью исключить запыление электронной пушки испаряемым материалом. Пушка удалена от зоны испарения, поэтому на нее не влияют нагрев испаряемого вещества и выделяющиеся из него газы. Это обеспечивает высокую надежность испарителя, срок непрерывной работы которого составляет не менее 50 ч и определяется только сроком службы катода электронной пушки. Диаметр зоны испарения при ускоряющем напряжении 20 *кв* и токе луча до 25 *ма* не более 1 *мм*. Расстояние от зоны испарения до подложки 60 *мм*. Скорость осаждения германия до 2 *мкм/мин*.

УДК 621.523:621.793.1

С материалами можно ознакомиться в Отделе фондов ЦНИИ "Электроника" (Москва, 117415, проспект Вернадского, 39).

ОБЪЕДИНЕНИЕ ОПЫТОМ

64

Резервы—в производство

66

Опыт эксплуатации ЦВМ «Минск-32» в АСУП

А.Н. Белошицкий, В.Е. Вершин, Ю.Н. Гринкевич,
Р.Ш. Нагаев, Н.Н. Строилю, М.Г. Сулла

68

Применение модернизированного квадрупольного
масс-спектрометра КМ-1 в микроэлектронике

Г.И. Слободенюк

70

Испарительное устройство для получения многоком-
понентных пленок В.Д. Опешкевич В.Ф. Недошивин.

В.А. Юшкин

72

Устройство для осаждения пленок электрическим
взрывом фольги Б.И. Махорин, Л.П. Петухов,
Ю.М. Кашурников, Н.В. Гревцев

74

Сохранность информации в трансфлюксорных запо-
минающих устройствах А.С. Бжезинский

63

РЕЗЕРВЫ—

В

*Опыт работы
радиолампового завода*

ПРОИЗВОД- СТВО

Из года в год наращивая темпы развития производства, коллектив предприятия добивается новых и новых успехов в области повышения количественных и качественных показателей по выпуску продукции, снижению ее себестоимости, повышению производительности труда, эффективности и культуры производства.

Успешно выполнив социалистические обязательства в юбилейном ленинском году — последнем году восьмой пятилетки, завод досрочно, 28 октября 1970 г., завершил пятилетний план по объему реализации продукции. За пятилетие объем производства увеличился на 70%, а производительность труда возросла на 67%. Труженики предприятия не останавливаются на достигнутом. XXIV съезд КПСС поставил новые задачи перед каждым производственным коллективом. Претворяя в жизнь решения партии, коллектив радиолампового завода упорно борется за достижение новых успехов в труде.

За минувшее пятилетие коллектив завода провел большую работу по повышению эффективности производства. Непрерывный рост технического уровня производства, внедрение средств механизации и автоматизации, новых форм управления производством, унификация изделий — все это позволило перейти с июля 1967 г. на новую систему планирования и экономического стимулирования. В 1970 г. сумма полученной прибыли превысила 7 млн. руб.

Партийная и профсоюзная организации завода возглавили массовый поход по изысканию резервов производства и использованию их для резкого увеличения производительности труда.

С переходом на новые условия хозяйствования была изменена система внутривозвратного расчета и материального поощрения. За время работы по новой системе объем реализации продукции возрос на 45,5%, производительность труда — на 58,2%, а средняя заработная плата — на 30%. По уровню фондоотдачи завод стал лучшим в отрасли.

Коллектив предприятия одним из первых внедрил безавансовую систему выдачи заработной платы рабочим-сдельщикам, что явилось важной предпосылкой для достижения ритмичности работы.

На протяжении последних двух лет на заводе еще не было случая невыполнения сменно-суточного плана. Система непрерывного оперативного планирования себя вполне оправдала. На предприятии применяются различные формы материального стимулирования роста производительности труда, на которое отчисляется 75% всех премиальных сумм. Премии устанавливаются за перевыполнение норм и заданий, улучшение качественных показателей. Действует на заводе и положение о премировании за снижение трудоемкости выпускаемой продукции. При решении вопроса о премировании ИТР цехов и участков в первую очередь учитывается выполнение показателя производительности труда, темпы роста которого определяют размер премии.

Повышение эффективности производства во многом зависит от подготовки кадров. Поэтому на заводе придается особое значение экономической и технической учебе инженерно-технических работников, служащих и рабочих. С 1970 г. на предприятии действует народный университет, где обучаются, повышают свои экономические и научно-технические знания свыше 400 человек. Хорошо себя зарекомендовали школы коммунистического труда, способствующие повышению квалификации рабочих. За пятилетие средний разряд рабочих на заводе повысился с 1,8 до 2,5.

Сейчас коллектив предприятия под руководством партийной организации решает важную экономическую задачу, продолжая эксперимент Шекинского химического комбината по увеличению выпуска продукции с одновременным уменьшением численности персонала. Это стало возможным после тщательной подготовки, в которой приняли участие все рабочие и специалисты. Ожидается, что в результате проведения эксперимента за период 1970—1972 гг. объем производства увеличится на 35%, а производительность труда — на 41,6%. При этом численность работающих уменьшится на 285 человек, а средняя заработная плата возрастет на 15,8%.

Используя опыт передовых предприятий страны, на заводе изучили и внедрили саратовскую систему бездефектного изготовления продукции и сдачи ее с первого предъявления, что уже дало положительные результаты. Значительно повысился процент выхода годных по всем типам приборов.

Гарантированная надежность и долговечность по приборам массового применения увеличились в 10 раз.

Большая работа проведена по подготовке выпускаемых изделий к государственной аттестации на Знак качества. Одним из условий аттестации является высокий технический уровень изделия и стабильность его качества. Поэтому заводом совместно с головным институтом Министерства были определены эти показатели и составлены карты технического уровня.

На сегодня государственный Знак качества присвоен 98,6% приборов, выпускаемых предприятием. Два участка численностью свыше 1500 человек сдают готовую продукцию с личным клеймом, минуя ОТК, благодаря чему высвобождено более 40 контролеров. Коллектив завода продолжает трудиться над дальнейшим совершенствованием своих изделий.

На предприятии постоянно ведется работа по совершенствованию конструкции, технологии и методов производства изделий, которая предусматривается в годовых планах организационно-технических мероприятий. Результаты работы налицо. В истекшем пятилетии 70% деталей и узлов были подвергнуты модернизации, 62% операций технологического процесса уточнены и усовершенствованы, а 45% производственных процессов механизированы и автоматизированы.

Экономический эффект от осуществления этих мероприятий составил (тыс.руб.):

Внедрение стандартов, предусматривающих повышение гарантированной долговечности	7903
Модернизация конструкций, деталей и узлов	950
Унификация выпускаемых приборов	682,8
Совершенствование операций и уточнение технологического процесса	1500

В целях создания образцовых условий труда на производстве весь коллектив завода включился во Всесоюзный общественный смотр, участвуя в социалистическом соревновании за звание "Предприятие высокой культуры производства". Разработаны конкретные мероприятия по повышению культуры на каждом производственном участке, в частности по борьбе с шумами и вибрациями. Цеховые смотровые комиссии регулярно заслушивают на своих заседаниях отчеты начальников цехов и мастеров о ходе смотра, внедрении в производство намеченных организационно-технических мероприятий по улучшению условий труда. Заводская комиссия, рассмотрев итоги общественного смотра, решает вопросы о присвоении передовым подразделениям звания "Подразделение высокой культу-

ры производства". В настоящее время этого звания удостоено 65% подразделений предприятия.

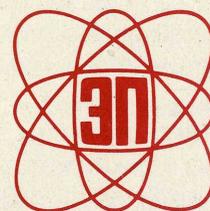
Особое внимание на заводе уделяется механизации и автоматизации производственных процессов. Внедрено полуавтоматическое и автоматизированное оборудование, позволившее сократить численность работающих на трудоемких операциях и повысить производительность труда. Механизированы сборочная линия, линия изготовления рамочных сеток. В результате уровень механизации труда на вспомогательных работах достиг 72,4%, а в основном производстве — 33,6%.

Немало сделано на предприятии по научной организации труда. В истекшем году внедрено 83 мероприятия по НОТ, экономический эффект от которых составил 73 тыс. руб. Усовершенствована структура управления цехами. Объединение цехов позволило сократить численность административно-технического персонала, создать замкнутый производственный цикл и усилить ответственность за качество продукции.

На заводе введена новая система контроля за исполнением директивных документов, при которой учитывается коэффициент исполнительности.

Коллектив предприятия уверенно вступил в девятую пятилетку. Воодушевленные решениями XXIV съезда КПСС, определившего перспективы развития нашей промышленности, труженики завода настойчиво изыскивают и приводят в действие новые внутренние резервы повышения эффективности производства. В текущем пятилетии предстоит освоить на вновь введенных площадях изготовление новых типов интегральных схем на основе комплексной механизации и автоматизации производства. В 1971 г. коллектив завода решил добиться звания "Завод высокой культуры производства".

УДК 658.012.6



ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АСУП

А.Н. БЕЛОШИЦКИЙ, В.Е. ВЕРШИН, Ю.И. ГРИНКЕВИЧ,
Р.Ш. НАГАЕВ, Н.Н. СТРОИЛО, М.Г. СУЛЛА

ЦВМ
«Минск-32»

Цифровая вычислительная машина "Минск-32" находит все более широкое применение в автоматизированных системах управления производством и системах обработки технико-экономической информации. Однако при эксплуатации ЦВМ "Минск-32", существенно отличной по своей структуре от машин "Минск-22" и "Минск-23", возникает ряд трудностей, различных в зависимости от того опыта обработки производственной информации, который имеется на предприятии. Главным образом это касается математической эксплуатации, так как трудности технической эксплуатации ЦВМ "Минск-32" в основном для всех систем носят общий характер.

Наше предприятие ведет интенсивные работы по созданию системы управления предприятием с использованием ЦВМ "Минск-32" на основе имеющейся развитой системы обработки технико-экономической информации на СПМ. Опыт работы показывает, что при определенных усовершенствованиях отдельных устройств машины и доработке системы математического обеспечения эксплуатационные возможности машины в системах управления и обработки технико-экономической информации можно существенно повысить.

Эксплуатация и развитие системы математического обеспечения. Наличие на нашем предприятии достаточно развитой системы обработки технико-экономической информации на СПМ предопределило пути разработки системы математического обеспечения АСУП на ЦВМ "Минск-32", за основу которой нами был принят принцип модульного программирования [1], позволяющий не только информационно совместить указанные выше системы, но и ускорить постановку задач системы управления на ЦВМ.

Для организации системы модульного программирования нами были разработаны модули-подпрограммы перекодировки алфавитно-цифровой информации с кодов табулятора ТА-80 в коды ГОСТ-10859-64, ввода массива двоичных карт с необходимым логическим контролем, ряд модулей обработки элементов записи. К последним отно-

сятся модуль-подпрограмма сравнения по трафарету и модуль организации счетчика. Модуль-подпрограмма сравнения по трафарету осуществляет контроль изменения признаков записей, обрабатываемых последовательно. Его входными параметрами являются координаты (номер ячейки и номер символа) первого по порядку байта контролируемой информации и количество их. Модуль организации счетчика преобразует числовую информацию, представленную в виде семиразрядных символов, в двоично-десятичный код и позволяет получать необходимые итоги. Параметрами этого модуля являются координаты первого семиразрядного байта во входной записи и максимально возможное количество цифр в числе.

Ряд модулей используется для перекодировки и редактирования информации, выводимой на печать. Так, например, модуль-подпрограмма выделения порядка числа и вставки символа, отделяющей целую часть числа от дробной, применяется при выводе на АЦПУ-128-2М числовой информации, полученной в результате умножения или деления. Модули-подпрограммы подготовки к печати преобразуют числовую информацию в семиразрядные байты и располагают их в нужном месте поля вывода, т. е. обеспечивают вывод числовой информации в определенных разрядах. При этом имеется возможность вставки нужного символа, отбрасывания незначительных нулей, замены незначительных нулей данным символом. Параметрами модулей являются вставляемый символ и координаты расположения информации в строке.

Модульная система позволяет широко использовать стандартные программы системы математического обеспечения машины "Минск-32".

Некоторые стандартные программы ЦВМ "Минск-32" могут быть использованы и не по своему прямому назначению. В частности, программа-" корректор при известной организации информационного массива условно-постоянной информации может быть использована для корректировки этого массива на магнитной ленте, что устраняет необходимость разработки специальной программы для этих целей.

Однако опыт эксплуатации стандартных программ показал, что, во-первых, инструкции по их эксплуатации написаны недостаточно четко (например, инструкция по эксплуатации программы вывода на печать) и, во-вторых, в самих программах встречаются ошибки. Так, в программе ленточной сортировки неправильно формируется начальный контрольный блок отсортированного массива.

Технические усовершенствования. Для предприятий, имеющих развитую систему обработки информации на СПМ, оказывается целесообразным в качестве основного носителя информации иметь стандартные 80-колоночные перфокарты, что позволяет широко использовать в качестве входной информации для ЦВМ уже имеющиеся на СПМ сформированные массивы на перфокартах.

Чтобы исключить необходимость дополнительной сортировки информационных массивов, поступающих с СПМ на ЦВМ, и согласовать порядок ввода перфокарт на СПМ и ЦВМ "Минск-32", разработан специальный переходник между блоками считывания и управления устройства УВБК-600М и применена специальная коммутация вкладыша коммутационной доски выходного перфоратора ПЭМ-80 устройства УВК. Это позволило существенно увеличить безотказность работы устройств ввод-вывод на перфокартах ЦВМ "Минск-32".

В процессе трансляции, отладки и решения программ на ЦВМ "Минск-32" приходится очень часто пользоваться устройством коммутации номеров накопителей на магнитной ленте (НМЛ-67), помещающейся в устройстве управления магнитной лентой (УУМЛ), что требует от оператора большой затраты времени на переходы от пульта оператора к стойке УУМЛ и обратно. Устранить связанные с этим неудобства в работе, а также большие потери машинного времени можно перенесением блока коммутации номеров НМЛ-67 непосредственно на пульт оператора.

Используемый в НМЛ-67 фотоэлектронный способ определения признака начала ленты по маркеру, наклеиваемому непосредственно на магнитную ленту, не обеспечивает необходимой точности установки начала ленты, и поэтому системой математического обеспечения предусматривается обязательная запись первой зоны с использованием режима "запись со скачком". Этот вопрос может быть решен схемным путем, что освободит программиста от необходимости всегда помнить указанное выше ограничение.

Большая плотность записи на магнитной ленте требует высокой чистоты поверхности ленты, поэтому необходим тщательный уход за НМЛ-67. В процессе эксплуатации машины выяснилось, что после 5-6 ч работы машины нужно промывать спиртом (ГОСТ 5962-67) весь тракт движения магнитной ленты в НМЛ-67 и не менее трех раз в день промывать магнитные головки. Хорошие результаты по снятию пыли с магнитной ленты дал примененный нами способ закладывания тампона из хлопчатобу-

мажной ткани, не дающей ворса, между вакуумным карманом и ведущим валом с периодической сменой его в процессе работы.

В процессе эксплуатации ЦВМ "Минск-32" выявились некоторые конструктивные недостатки алфавитно-цифрового печатающего устройства АЦПУ-128-2М. Одним из них является неудачный режим протяжки красящей ленты, включение и выключение движения которой происходит от импульсов "включение двигателя" и "выключение двигателя" соответственно. Однако импульс "выключение двигателя" следует только через 20-25 сек после импульса "выключение транспорта бумаги", в результате чего красящая лента, перемещаясь, замыкает только что отпечатанный текст и чтение его становится затруднительным. Для устранения этого недостатка разработана схема, позволяющая включать и выключать протяжку красящей ленты одновременно с включением и выключением транспорта бумаги. Для реализации схемы требуется три элемента, причем два из них (ОВ1-Ш5, ТГС2-Ш69) имеются в АЦПУ-128-2М, но не задействованы в его схеме и один (УТ1-Ш51) вводится дополнительно путем установки на монтажной панели АЦПУ ячейки УТ.

Некоторые усовершенствования были внесены в устройство подготовки данных и, в частности, в устройство подготовки данных на перфокарте УПДК, основными недостатками которого является ненадежность устройства подачи перфокарт и относительно частое появление случайных пробивок, особенно хорошо наблюдаемых на поле перфокарты за 80-й колонкой. Эти недостатки нам удалось устранить: первый - путем изменения конструкции правого поводка каретки перфоратора П80-6, второй - путем изменения схемы электрической блокировки ригельных соленоидов.

Таким образом, опыт математической и технической эксплуатации ЦВМ "Минск-32" показывает, что возможности машины далеко не исчерпываются установленными на нее техническими условиями и при проведении ряда дополнительных работ могут быть существенно улучшены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вершин В.Е., Набиев Я.Н., Нагаев Р.Ш. Модульное программирование задач АСУП на ЦВМ. "Электронная промышленность", 1971, вып. 2.
2. Скульский С.И. Эксплуатация алфавитно-цифрового табулятора ТА80-1. "Статистика", М., 1970.

Применение модернизированного квадрупольного масс-спектрометра КМ-1 в микроэлектронике

Г.И.СЛОБОДЕНЮК

Модernизированный квадрупольный масс-спектрометр КМ-1 может быть с успехом использован в микроэлектронике для экспресс-анализа состава остаточных газов в вакуумных установках.

отношение массы к заряду которых находится в интервале прозрачности анализатора, проходят анализатор и попадают на первый диод ВЭУ. Масса анализируемого компонента зависит от амплитуды и частоты напряжения, подаваемого на стержни анализатора, и от расстояния между стержнями, а величина интервала прозрачности, или абсолютная разрешающая способность масс-спектрометра, зависит от энергии ионов, влетающих в анализатор, длины анализатора, отношения U/V и частоты ω высокочастотного напряжения [3]. В умножителе ионный ток преобразуется в ток вторично-электронной эмиссии первого диода, усиливается (примерно в 10^5 раз) и поступает через УПТ на низкочастотный осциллограф С1-19. На экране осциллографа спектр масс имеет вид периодически повторяющейся импульсной последовательности, в которой каждый импульс соответствует определенному значению массы, а его амплитуда — парциальному давлению в анализируемой газовой смеси компонентов с молекулярным весом, соответствующим указанному значению массы.

Основные характеристики прибора КМ-1 следующие: максимальное рабочее давление $1 \cdot 10^{-5}$ торр, диапазон анализируемых масс 2–150 а.е.м., абсолютная разрешающая способность во всем рабочем диапазоне масс по 10%-ному уровню не хуже 1 а.е.м., скорости регистрации спектров масс 60, 300 и 1000 а.е.м/сек, чувствительность по аргону при скорости регистрации 60 а.е.м/сек² — $5 \cdot 10^{-10}$ торр, нестабильность показаний парциальных давлений 30%, минимальная регистрируемая интенсивность молекулярного потока меди при 100%-ной конденсации на подложке, расположенной вблизи ионного источника нормально к молекулярному потоку, составляет примерно $2 \cdot 10^{13}$ молекул/(см²сек), или 0,03 А/сек.

Решение ряда проблем в микроэлектронике связано с необходимостью оперативного анализа состава разреженного газа или пара [1]. Некоторые из них могут быть решены с помощью модернизированного быстродействующего динамического квадрупольного масс-спектрометра КМ-1. Принцип его работы основан на свойстве разделения заряженных частиц по отношению их массы к заряду в высокочастотном электрическом поле [2, 3], создаваемом между четырьмя попарно соединенными цилиндрическими электродами. В состав спектрометра входят: датчик, состоящий из ионного источника, квадрупольного анализатора и вторично-электронного умножителя (ВЭУ), блок питания ионного источника, генератор высокой частоты для питания квадрупольного анализатора напряжением вида $\pm(U + V \cos \omega t)$, высоковольтный источник для питания ВЭУ, усилитель постоянного тока (УПТ) с выносным электрометрическим каскадом, низкочастотный осциллограф С1-19 и феррорезонансный стабилизатор С-0,28.

В приборе КМ-1 молекулы разреженной анализируемой среды, попадая в ионный источник под действием бомбардирующих их электронов, ионизуются и благодаря присутствию в ионном источнике вытягивающих и фокусирующих электростатических полей инжектируются в анализатор. Ионы,

Благодаря высокой чувствительности, разрешающей способности и скорости регистрации модернизированный масс-спектрометр КМ-1 может быть использован для экспресс-анализа состава остаточной среды в вакуумных напылительных установках, молекулярных потоков вещества, образующихся в этих установках при его испарении, а также для оценки содержания микропримесей в исходном испаряемом веществе, оказывающих влияние на параметры и свойства тонкопленочных микроэлементов. Поскольку в приборе КМ-1 регистрации сигнала в виде спектра масс предшествует процесс сепарации анализируемого вещества по массам, он обладает почти на три порядка большей чувствительностью и большим динамическим диапазоном при измерении скорости конденсации вещества на подложку по сравнению с ионизационным измерителем ИСТИ-1.

Снабженный собственной откачной системой, прибор КМ-1 может быть использован также для анализа состава атмосферы в объемах с давлением, достигающим атмосферного и даже превышающим его (например, для определения состава газовой среды в реакционных камерах эпитаксиального выращивания, диффузии и окисления монокристаллических полупроводниковых слоев, или для анализа нейтрального или ионизированного компонента в установках катодного распыления).

Из масс-спектрограмм при условии правильной градуировки прибора КМ-1 можно получить сведения о качественном составе анализируемой среды (будь то остаточные газы или молекулярные потоки), данные о количественном содержании интересующих компонентов в анализируемой смеси веществ и о динамике процессов, приводящих к быстрым изменениям состава анализируемой среды. Суть градуировки заключается в определении масштабных коэффициентов, позволяющих переводить амплитуды A_i (в вольтах) импульсных сигналов масс-спектрограммы в единицы давлений P_i или удельных интенсивностей молекулярного потока соответствующих парциальных компонентов анализируемой среды:

$$A_i = K_{1,i} P_i; \quad (1) \quad A_i = K_{2,i} J_i \quad (2)$$

где $K_{1,i}$ и $K_{2,i}$ — масштабные коэффициенты; P_i — давление, торр; J_i — интенсивность потока, молекул/см²·сек; A — амплитуда, в (индекс i указывает на номер массы M_i , к которому относится измерение).

При использовании прибора КМ-1 для количественных измерений необходимо экспериментально определить величины масштабных коэффициентов. Масштабные коэффициенты

$$K_{1,2,i} = S_{1,2,i} t_i h_i F \eta, \quad (3)$$

т.е. прямо пропорциональны эффективности ионного источника по газам и по потоку ($S_{1,i}$ и $S_{2,i}$)*, трансмиссии анализатора t_i , коэффициенту преобразования ионного тока в электронный и усиления последне-

го в умножителе h_i , коэффициенту передачи F УПТ. Зависимость $K_{1,2,i}$ от вида анализируемого вещества данной массы, структуры и типа связей в его молекулах учитывается коэффициентом η , который определяет характер диссоциативных процессов, происходящих при электронной бомбардировке молекул в ионном источнике и распределение интенсивностей основного и осколочных ионов, наблюдаемых в спектре масс этого вещества.

Полуэмпирическое выражение для искомым масштабных коэффициентов прибора КМ-1

$$K_{1,2,i} = \left\{ \frac{37,6}{4,9 \cdot 10^{-21}} \right\} \left[1 - 4,2 \cdot 10^{-5} (M_i - 15)^2 \right] \frac{I_3 E^{0,5} R_{вх} \eta}{\sqrt{M_i}}, \quad (4)$$

где численный коэффициент в фигурных скобках сверху относится к величине $K_{1,i}$, а снизу — к величине $K_{2,i}$; I_3 — ток электронной эмиссии, а; E — энергия ионов вблизи первого диода ВЗУ, кэв; $R_{вх}$ — входное сопротивление УПТ, ом; M — значение массы, а.е.м.; $K_{1,i}$ — масштабный коэффициент по газам, в/торр; $K_{2,i}$ — масштабный коэффициент по потоку, в·сек·см²/молекул; выражение в квадратных скобках при $M_i \leq 15$ тождественно равно 1.

Для экспериментального определения коэффициента $K_{1,i}$, например, в диапазоне массы 40, необходимо снять зависимость величины приращения выходного сигнала ΔA_{40} на массе 40 (в вольтах) от избыточного давления чистого аргона P_{40} (в торрах), после чего рассчитывается величина $K_{1,40} = \Delta A_{40} / \Delta P_{40}$. Для оценки зависимости $K_{1,i}$ от номера массы во всем диапазоне анализируемых прибором масс (2–150), помимо градуировки по аргону, достаточно проградировать прибор по чистым гелию, криптону и ксенону. Расчет искомого масштабного коэффициента следует вести по формуле

$$K_{1i} = \frac{\Delta A_i \sum_i \beta_i K_i}{\beta_i \Delta P} \quad (5)$$

где ΔA_i — приращение амплитуды импульса i -й массы при напуске газа; ΔP — приращение полного давления в системе при напуске газа, измеренное с помощью вакуумметра; K_i — масштабные коэффициенты вакуумметра по всем компонентам напускаемой смеси; β_i — доля компонента с массой M_i в смеси с учетом распространенности компонента (изотопа) с массой M_i в данном газе. По найденным значениям $K_{1,40}$, $K_{1,40}$, $K_{1,84}$ и $K_{1,32}$

* Эффективность $S_{1,i}$ по газам равна отношению тока однозарядных ионов с массой M_i на входе ВЗУ к величине парциального давления компонента с молекулярным весом M_i в источнике. Эффективность $S_{2,i}$ по потоку равна отношению тока однозарядных ионов с массой M_i на входе ВЗУ к удельной интенсивности потока молекул той же массы, пересекающего активную область ионизации источника.

строится градуировочный график зависимости $K_{1,i}$ от M_i , по которому определяются значения $K_{1,i}$ (с точностью до величины β_i , разной для разных веществ) для произвольной массы в диапазоне от 2 до 150 *а.е.м.* Этим графиком, нормализованным относительно любого значения $K_{1,i}$, можно пользоваться и в случае работы по молекулярному потоку.

При экспериментальном определении коэффициента $K_{2,i}$ по потоку он рассчитывается по результатам измерений толщины распыленного слоя следующим образом:

$$K_{2,i} = \frac{\int_0^{t_0} A_i(t) dt}{d} \approx \frac{\sum_{j=1}^n A_{ij} t_j}{d}, \quad (6)$$

где $A_i(t)$ — закон изменения амплитуды сигнала спектра масс на массе M_i (за вычетом фонового сигнала на этой массе) за время осаждения $0 \leq t \leq t_0$ (сек); t_j — временные интервалы, в течение которых амплитуды сигнала A_{ij} можно считать постоянной величиной. Замена интеграла в выражении (6) суммой позволяет существенно упростить методику расчета и избавиться от необходимости непрерывной фиксации величины амплитуды сигнала A_i в течение цикла испарение—конденсация. Зная величину масштабных коэффициентов (4), можно по величине импульса на экране осциллографа определить парциальное давление i -го компонента остаточной газовой среды, *торр* (1), или парциальную удельную интенсивность i -го компонента молекулярного потока, *молекул/(см² · сек)* (2).

Модернизированный квадрупольный масс-спектрометр КМ-1 позволяет анализировать состав остаточных газов и молекулярных потоков в вакуумных установках в диапазоне масс 2–150 *а.е.м.*, с чувствительностью по аргону $5 \cdot 10^{-10}$ *торр*, абсолютной разрешающей способностью во всем диапазоне масс не хуже 1 *а.е.м.* и скоростями регистрации 60, 300 и 1000 *а.е.м./сек.*

С помощью выражений для масштабных коэффициентов в случаях работы по газам и по потоку можно оценить зависимость величины импульсов спектра масс на экране осциллографа от массы анализируемого компонента, тока эмиссии, энергии ионов, входного сопротивления УПТ, стоящего на выходе ВЭУ, и коэффициента, учитывающего диссоциативные процессы при ионизации молекул в ионном источнике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слободенюк Г.И. «Обмен опытом в электронной промышленности», 1969, вып.3, стр.95.
2. Патент ФРГ № 944900 от 23.12.53 г.
3. Paul W., Reinhard H., Lahn V., «Z. für Physik», 1958, Bd.152, N 2, S.145.

УДК 621.384.8:621.382.8

ИСПАРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПЛЕНОК

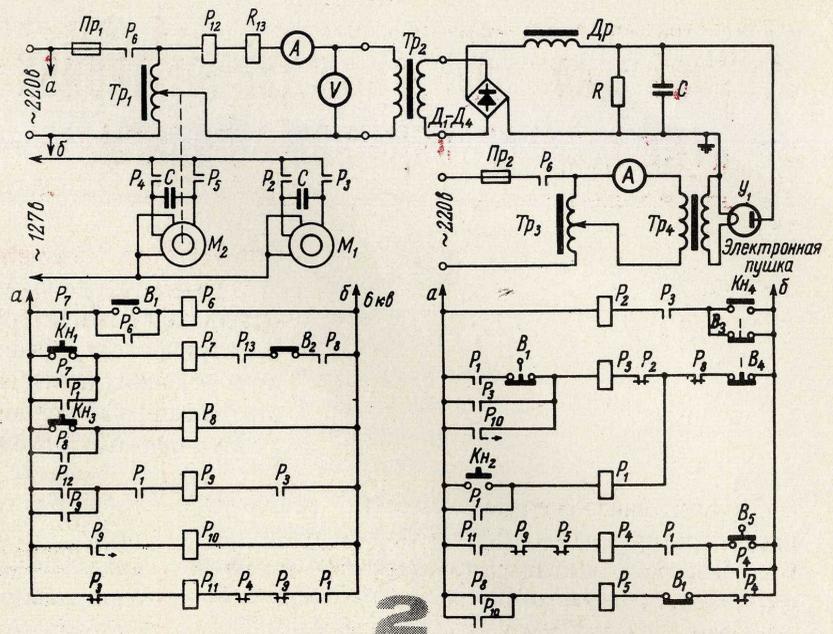
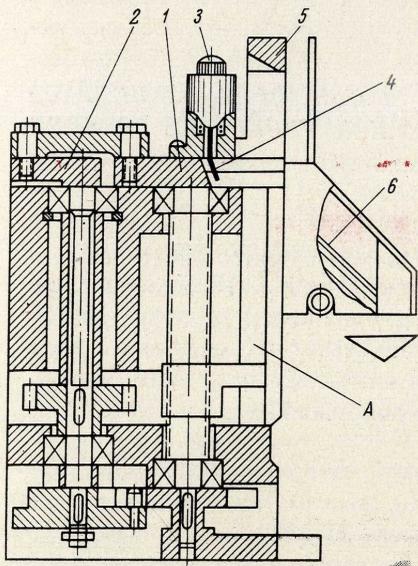
ПОЗВОЛЯЕТ ПРОВОДИТЬ ОСАЖДЕНИЕ
ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ И СПЛАВОВ

В.Д. ОЛЕШКЕВИЧ, В.Ф. НЕДОШВИН,
В.А. ЮШКИН

Трудность получения пленок методом испарения сплавов и твердых растворов заключается в том, что вначале испаряются легколетучие составляющие, а затем — менее летучие, вследствие чего состав пленки может сильно отличаться от исходного вещества [1,2]. Задача еще более затрудняется, когда необходимо получать многокомпонентные пленки (толщиной не менее 5 *мкм*) таких твердых растворов, как индий—олово, индий—серебро, индий—кадмий, обладающих низкой температурой плавления и большой вязкостью. Приводимые в работах [1–6] типы испарителей малоэффективны, а в ряде случаев и неприемлемы для испарения указанных материалов.

Ниже описывается испарительное устройство, обеспечивающее получение многокомпонентных пленок, близких по составу и свойствам к исходному материалу. В основу его работы положен метод быстрого испарения мелких доз материала, сопровождаемый отжигом получаемого покрытия для создания однородности слоя по всей толщине за счет усиления диффузии атомов различных металлов в слое.

Устройство состоит из механизма подачи материала и электроннолучевого испарителя. Механизм подачи материала (рис. 1) предназначен для периодической, дозируемой загрузки материала в испаритель. Материал устанавливается в полости А при отведенном влево ноже 1, последний приводится в возвратно-поступательное движение кривошипным механизмом 2. На ноже 1 смонтировано устройство сброса 3, имеющее подвижную пружину 4. В состав устройства сброса входит ограничитель 5.



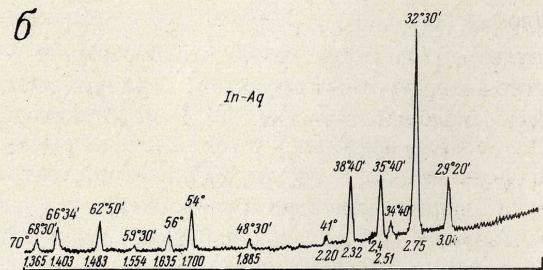
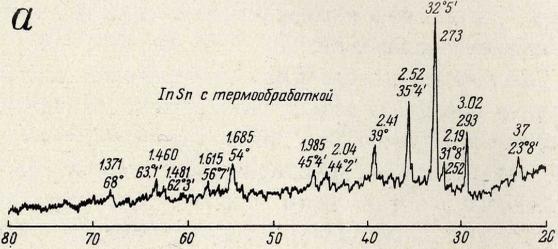
Стружка материала скатывается в тигле испарителя по лотку 6, охлаждаемому водой. Нагрев тигля, в качестве которого используется танталовая или молибденовая тарелочка толщиной 0,05–0,1 мм с углом конуса 10–15°, до температуры испарения металла осуществляется электронным испарителем.

Технологический цикл испарения сплавов и твердых растворов наиболее рационально проводить в автоматическом режиме, что намного упрощает технику испарения материала. На рис. 2 приведена схема питания испарителя и управления испарительным устройством в автоматическом режиме.

Подготовка испарительного устройства к рабочему процессу состоит из следующих операций: промывки тигля в спирте, обезгаживания тигля, очистки ножа, направляющей, стенок полости А, лотка и пружины устройства сброса. Детали механизма подачи материала тщательно очищаются мелкой наждачной бумагой с последующей двухразовой промывкой их в бензине Б-70 ГОСТ 1012-54 и спирте ГОСТ 5962-51.

Рентгеноструктурный анализ напыленных пленок (рис. 3, а и б), показал отсутствие загрязнения испаряемого материала и получаемого конденсатора другими компонентами.

Описанное устройство позволило успешно испарить такие материалы, как индий-олово (95:5), индий-серебро (98:2), индий, свинец, олово с получением однородных пленок. В пленке индий-олово олова несколько меньше, чем в исходном материале. Пленка индий-серебро имеет то же соотношение, что и исходный материал. Измерения показали, что плотность пленки индий-олово составляет 5,5–6 г/см³, а пленки индий-серебро 6,3–7,3 г/см³.



ЛИТЕРАТУРА

- Холлэнд Л. Нанесение тонких пленок в вакууме. Госэнергоиздат, 1968.
- Слущкая В.В. Тонкие пленки в технике сверхвысоких частот. Госэнергоиздат, 1962.
- Векшинский С.А. Новый метод металлографического исследования сплавов. Гостехиздат, 1964.
- Микроэлектроника. Изд-во "Советское радио", 1966.
- Блекберн, Халлер. Вакуумный испаритель с фокусируемым электронным лучом. "Приборы для научных исследований", 1965, т. 36, № 7.
- Метфессель С. Тонкие пленки, их измерение и применение. Госэнергоиздат, 1963.

УДК 539.234:621.52

Устройство для осаждения пленок электрическим взрывом фольги

Б.И. МАХОРИН, Л.П. ПЕТУХОВ
Ю.М. КАШУРНИКОВ, Н.В. ГРЕВЦЕВ

Высокие скорости распыления (более 100 г/сек) и осаждения пленок (время осаждения 1–10 мксек) при электрическом взрыве фольги позволяют получать пленки в условиях невысокого вакуума (10^{-5} торр) и даже в атмосферных условиях (толстые пленки), что значительно снижает стоимость оборудования.

Промышленное освоение процесса осаждения пленок электрическим взрывом фольги (ЭВФ) требует разработки высокопроизводительных устройств с высокой степенью механизации и автоматизации операций, а следовательно, решения проблем обеспечения необходимой дисперсности распыляемого материала, транспортировки распыляемого материала к подложке и взаимодействия распыленного материала с подложкой.

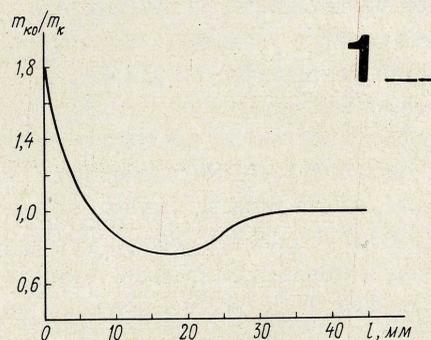
Обеспечение необходимой дисперсности распыляемого материала может быть решено в зависимости от требуемых физико-механических свойств пленок, их адгезии и др. Состояние распыляемого электрическим взрывом материала (мелкие и крупные капли, пар, металлическая плазма) зависит от скорости ввода энергии во взрываемый проводник. При малых скоростях ввода энергии (время ввода $\tau_{\text{ВВ}} > 1$ мксек) в проводнике в результате его структурной неоднородности и наличия поверхностных дефектов развиваются магнито-гидродинамические (МГД) неустойчивости [1], которые приводят к разрушению взрываемого проводника до того, как он успеет полностью перейти в парообразное состояние. В этом случае в распыляемом материале преобладают мелкодиспергированные жидкие капли размером от единиц до десятых долей микрона [2, 3]. Подобный характер распыления можно использовать для получения пленок толщиной более 1 мкм без жестких требований к равномерности и структуре [2, 4].

Однородный взрыв проводника и более полный переход его в мелкодисперсное и парообразное состояние происходит, если время ввода энергии меньше времени развития МГД-неустойчивости $\tau_{\text{ВВ}} \leq \tau_{\text{МГД}} \approx 1$ мксек или соизмеримо с ним [5]. При этом становится возможным осаждение пленок толщиной до нескольких сотен ангстрем с высокой плотностью и равномерностью, удовлетворяющих специальным требованиям к структуре и электрофизическим свойствам [6].

При решении задач транспортировки распыляемого материала к подложке необходимо учитывать два важных момента: обеспечение неизменности состояния распыляемого материала и максимальное его использование, особенно при осаж-

дении дорогостоящих материалов (например, серебра, его сплавов, золота). При осаждении тонких пленок толщиной 100–1000 Å необходимо свести к минимуму столкновения частиц распыляемого материала с окружающей средой и конструктивными элементами разрядной камеры. Как правило, это достигается при соответствующем конструировании разрядных устройств (токоподводящих электродов) в случае осаждения пленок в вакууме с разрежением лучше 10^{-4} торр.

В связи с меньшей жесткостью требований к структуре, толщине, равномерности осаждения толстых пленок последние можно получать в обычных атмосферных условиях, что позволяет отказаться от дорогостоящего вакуумного оборудования и значительно облегчает конструирование оборудования и автоматизацию процесса осаждения.



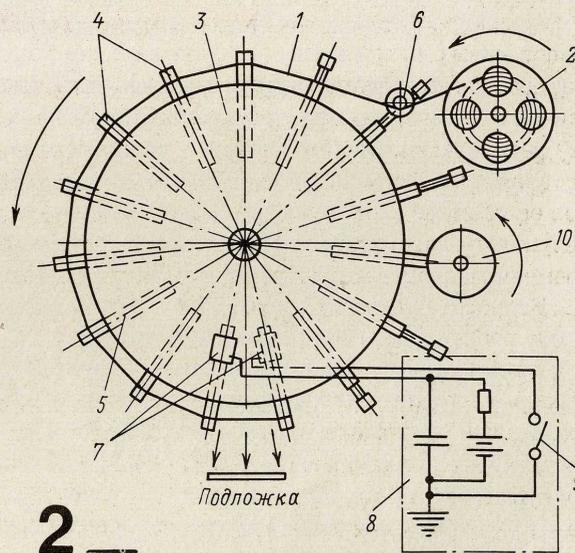
Максимальное использование распыляемого материала осложняется взрывообразным характером разлета частиц во все стороны. Наиболее полное осаждение всего распыляемого материала на одной подложке обеспечивается с помощью газодинамического или магнитного способов воздействия на частицы распыляемого материала. Газодинамический способ воздействия на распыляемый материал осуществляется при ограничении разлета частиц с помощью различного рода отражателей и сопел, установленных вблизи от взрываемого образца, при этом наблюдается направленный выброс распыленного материала в сторону, противоположную отражателю. На рис. 1 показано изменение массы конденсата $m_{\text{ко}}$ при нали-

чи плоского отражателя из фторопласта по сравнению с массой конденсата m_K при отсутствии отражателя в зависимости от расстояния l между фольгой и плоским отражателем. Количество конденсата зависит от расстояния L между взрываемым образцом и подложкой. Так, при $L = 40$ мм максимальное отношение $m_{KO}/m_K \approx 2$, при $L = 55$ мм $m_{KO}/m_K = 1,8$ и при $L = 70$ мм $m_{KO}/m_K = 1,5$. При установке профилированных отражателей, ограничивающих разлет распыляемого материала с трех сторон, вес пленки становится еще большим. Применение отражателей в сочетании с направляющими устройствами (соплами, рельсами) позволило сконцентрировать распыляемый материал на небольших площадях (11×11 мм) и получить пленки толщиной от 5 до 80 мкм за один взрыв [4].

Магнитный способ воздействия более целесообразно применять для осаждения пленок при неизменном состоянии распыляемого материала. Но масса конденсата при этом увеличивается незначительно (примерно на 10%) по отношению к массе конденсата, осажденной в условиях электродинамической стабилизации взрываемого образца. Такой незначительный эффект можно объяснить слабым электродинамическим воздействием на распыляемый материал в исследуемых энергетических режимах взрыва фольги. Для усиления электродинамического воздействия необходимо увеличить или силу тока, протекающего в замкнутом контуре, или время магнитного воздействия. Первое решение при создании промышленных установок для осаждения пленок толщиной более 5 мкм экономически и конструктивно невыгодно, а второе не дает должного эффекта в связи с быстрым всесторонним расширением плазменного сгустка из-за недостаточного электромагнитного стягивания ("пинч-эффекта"). Поэтому экономически целесообразно применение газодинамического способа воздействия.

Взаимодействие распыленного материала с подложкой определяется характером физико-химических процессов взаимодействия между частицами напыляемого материала и подложки. Для обеспечения химического (электронного) взаимодействия, приводящего к наиболее прочной адгезии, необходима, как правило, активация подложки (термическая, механическая или энергия электронного, ионного и других видов облучения). При осаждении пленок электрическим взрывом материалов на стеклянные, керамические, кварцевые и другие подложки активация последних обеспечивалась подогревом до $200-400^\circ\text{C}$ и комплексом активирующих факторов, сопровождающих процесс взрыва, к которым прежде всего относятся: электромагнитное излучение, ударные волны и "бомбардировка" поверхности подложки частицами распыляемого материала. В результате при осаждении пленок толщиной свыше 5 мкм методом ЭВФ величина адгезии составляет не менее 1 кг/м^2 .

Проведенные исследования позволили приступить к разработке высокопроизводительных устройств, реализующих процесс осаждения пленок толщиной более 5 мкм с помощью электрического взрыва. Основные конструктивные задачи при разработке свелись к следующему: обеспечение непрерывной подачи взрываемого материала и подложек к месту взрыва и обеспечение высокой частоты следования электрических взрывов, т.е. высокой производительности. Таким условиям отвечает модернизированный полуавтомат МЭВ-1 [4], для которого разработано специальное устройство [7] подачи взрываемого материала и подложек к месту взрыва. Применение устройства позволило повысить производительность полуавтомата более чем в три раза (1400 плат/ч), упростить конструкцию установки и уменьшить ее габариты (примерно в два раза). Схема устройства представлена на рис.2. Предназначенный для взрывообразного распыления проводник 1 (фольга) стягивается с заправочной кассеты 2 при периодическом вращении ротора 3 за счет сил трения, возникающих при плотном прижатии взрываемого материала прижимами 4 к высоковольтным электродам 5,



вмонтированным в корпус ротора и изолированным друг от друга. Периодическое вращение сообщает ротору от непрерывно вращающегося электродвигателя через механизм прерывистого вращения (мальтийский крест). Точное наложение фольги на электроды обеспечивается направляющим роликом 6 и фиксируется прижимами. Взрывообразному распылению подвергается участок фольги между двумя соседними электродами, когда они приходят в зону взрыва и вступают в контакт с неподвижными щетками 7, соединенными с высоковольтной питающей аппаратурой 8. Электрический взрыв происходит при замыкании коммутатора 9. Отжиг прижимов осуществляется с помощью эксцентрикового механизма. Контактная поверхность высоковольтных электродов после каждого взрыва восстанавливается фрезой 10, питаемой от элект-

родвигателя. При этом удаляется только оставшийся после взрыва материал фольги, приварившийся к электродам. Прижимы не зачищаются, поскольку их поверхность выполнена из изоляционного материала. Устройство позволяет осуществлять как магнитное, так и газодинамическое управление полетом частиц распыляемого материала при использовании направляющих рельс, профилированных отражающих стенок, сопел и т.д. С помощью этих устройств получены за один взрыв пленки из серебра и сплава $\text{CrPd}-20$ толщиной 5–10 $\mu\text{м}$ при временах ввода энергии 5–25 $\mu\text{сек}$. Равномерность толщины составляла $\pm 20\%$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова К.Б. и др. ДАН СССР, 1966, т. 167, № 14, – стр.778–781.
2. Красулин Ю.Л., Петров Ю.П., Гревцев Н.В. "Электронная техника", сер. VI, 1968, вып.4(12), стр.86–90.
3. Weber F.N., Shear D.D. "J. Appl. Phys.", 1969, в. 4, N 9, p.3854.
4. Гревцев Н.В. и др. "Электронная промышленность", 1970, № 1, стр.67.
5. Петросян В.И. и др. ЖТФ, 1969, т. 39, № 11, стр.2076.
6. Петросян В.И., Дагман Э.И. Труды конференции по вычислительным системам. Новосибирск, 1967, вып.5, стр.237.
7. Авторское свидетельство № 295828, "Бюллетень изобретений", 1971, № 8.

УДК 539.231.022.5

СОХРАННОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В ТРАНСФЛЮКСОРНЫХ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ А.С. БЖЕЗИНСКИЙ

На основании проведенных исследований сохранности информации в ЗУ на трансфлюксорах, работающих по принципу модуляции магнитного сопротивления, установлен факт постепенного "старения" записанной информации. Запрогнозировано время хранения информации в ЗУ такого типа.

Одной из характеристик запоминающих устройств, выполненных на магнитных элементах с неразрушающим считыванием, является сохранность записанной в них информации при длительном хранении без регенерации. Особый интерес представляет "старение" информации в накопителе, т.е. медленное ее разрушение в запоминающих элементах в результате необратимого изменения с течением времени микроструктуры намагниченного материала. Вопрос о "старении" может быть решен только после продолжительного эксперимента.

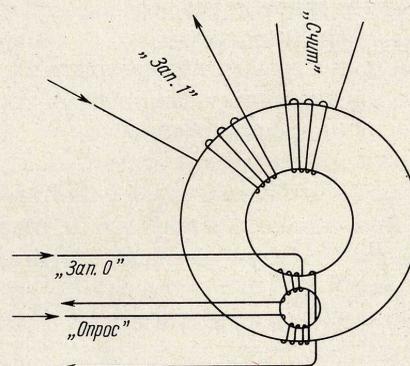
С этой целью в течение года была проведена проверка сохранности информации на двух образцах серийно изготавливаемых накопителей емкостью по 80 16-разрядных чисел. Один из них находился в обесточенном состоянии и включался только на время контроля информации, другой преимущественно был включен в режим выборки одного из чисел с частотой $F = 4 \text{ кгц}$ и общей наработкой в течение года около 2500 ч.

В качестве запоминающих элементов использовались трансфлюксоры из материала марки 0,16 ВТ, работающие по принципу модуляции магнитного сопротивления с записью полными токами [1].

Запись единицы в такой трансфлюксор производится подачей импульса тока в обмотку "Зап. 1" (рис. 1), запись нуля – одновременной подачей импульсов тока в обмотки "Зап. 0" и "Опрос". Считывание информации производится подачей импульса тока в обмотку "Опрос". При этом в обмотке "Счит" на время действия переднего фронта импульса опроса должна появиться э.д.с. определенной полярности.

В данном эксперименте запись информации в накопитель производилась в два такта (рис. 2). В пер-

вом такте импульс тока подавался в обмотку "Зап. 1" выбранной ячейки памяти; при этом все трансфлюксоры этой ячейки перемагничивались в

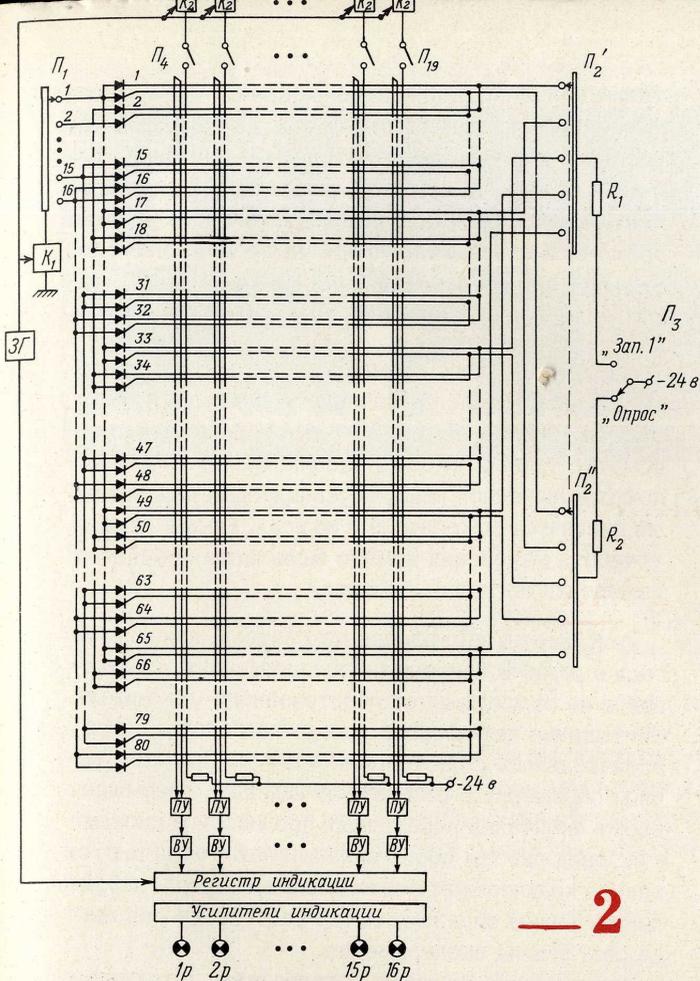


состояние, соответствующее единице. Затем импульсы тока подавались в обмотку "Опрос" и, в соответствии с записываемым кодом, в разрядные обмотки "Зап. 0". Считывание информации производилось подачей импульса тока в обмотку "Опрос".

Выходной сигнал через предварительный и выходной усилители (ПУ и ВУ) поступал на регистр числа, состояние которого регистрировалось с помощью схемы визуальной индикации.

Выбор ячейки для опроса производился вручную, с помощью механических переключателей P_1 и P_2 . Переключателем P_3 подавалось питание на адресные обмотки "Опрос" и "Зап. 1". Тумблерами P_4-P_6 набирался необходимый код при записи информации.

Амплитуда выходного сигнала трансфлюксора зависит от параметров импульса тока опроса, его амплитуды и крутизны переднего фронта. Поэтому характеристики схемы ключа K_1 выбраны таким образом, что длительность переднего фронта выра-



— 2

батываемого им импульса много меньше постоянной времени цепи считывания; при этом нестабильности и уходы характеристик ключа не влияют на величину выходного сигнала. Сопротивление R_2 , определяющее амплитуду тока опроса, выбрано типа УЛИ с допуском 0,5%. Напряжение источника питания -24в , стабилизированное с точностью ниже $\pm 0,4\%$, контролировалось в течение периода испытаний вольтметром класса точности 0,1. После записи информации переключатели Π_3 и $\Pi_4 - \Pi_{16}$ блокировались. Один из накопителей подключался к установке для считывания одной и той же ячейки (с информацией "0" в первом разряде и "1" — в остальных), другой — только на время контроля информации. Контроль массива информации обоих накопителей производился раз в две недели с помощью визуальной индикации и путем измерения амплитуд выходного сигнала после предварительных усилителей.

Результаты измерений выходного сигнала первого и двенадцатого разрядов ячейки № 1 накопителя, обычно находившегося в обесточенном состоянии, приведены на рис. 3. Как видно из графиков, каждое конкретное измерение выходного сигнала характеризуется случайной величиной амплитуды, зависящей от многих факторов (точности измерений, температуры окружающей среды и т.д.). При этом разрушение информации можно зафиксировать, только обнаружив общую тенденцию изменения (уменьшения) выходного сигнала во времени. Нали-

чие такой тенденции можно установить, подсчитав корреляционные отношения времени к величине выходного сигнала и наоборот. Или, учитывая, что зависимость следует ожидать монотонной, можно остановиться на расчете коэффициентов корреляции r для каждого из трансфлюксоров. Так как измерения производились через равные промежутки времени (две недели), в качестве независимой переменной используется натуральный ряд чисел.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{\text{ВЫХ } i} - \bar{U}_{\text{ВЫХ}}) (i - \bar{i})}{n \sigma U_{\text{ВЫХ}} \sigma_t}$$

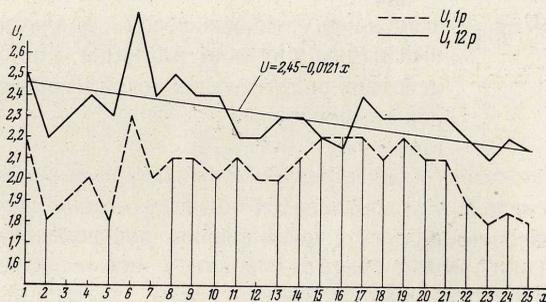
Здесь n — количество измерений в течение года (в данном случае $n = 25$);

$$\bar{U}_{\text{ВЫХ}} = \frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{ВЫХ } i}}{n} \quad \text{— математическое ожидание амплитуды выходного сигнала;}$$

$$\bar{i} = \frac{\sum_{i=1}^n i}{n} \quad \text{— математическое ожидание независимой переменной (времени);}$$

$$\sigma_{U_{\text{ВЫХ}}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_{\text{ВЫХ } i} - \bar{U}_{\text{ВЫХ}})^2}{n-1}} \quad \text{— стандарт амплитуды выходного сигнала;}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (i - \bar{i})^2}{n-1}} \quad \text{— стандарт независимой переменной (времени).}$$



— 3

Подсчет коэффициентов корреляции показал, что для 25% трансфлюксоров он достигает значительной величины. При этом в ряде случаев коэффициенты корреляции для трансфлюксоров, принадлежащих одному разряду или одной ячейке памяти, резко отличаются друг от друга. Это означает, что постепенное уменьшение амплитуды выходного сигнала не связано с какими-либо изменениями характеристик электронных схем, а отражает процессы, происходящие в самих запоминающих элементах — разрушение информации в накопителе.

Значения коэффициентов корреляции для первых двух ячеек накопителя, находившегося в обесточенном состоянии, и ячейки второго накопителя, работавшего в режиме непрерывного считывания, приведены в таблице.

Номер разряда	Накопитель 1		Накопитель 2
	Ячейка № 1	Ячейка № 2	Ячейка № 70
1	-0,153	-0,220	-
2	-0,369	+ 0,034	-0,021
3	-0,245	-0,464	-0,128
4	-0,205	-0,169	+ 0,043
5	+ 0,176	-0,131	-0,150
6	+ 0,179	-0,239	-0,307
7	-0,254	-0,243	-0,367
8	-0,426	-0,340	+ 0,006
9	-0,217	-0,303	-0,210
10	-0,418	-0,307	-0,280
11	-0,390	-0,203	-0,064
12	-0,508	-0,272	-0,167
13	-0,158	-0,361	-0,197
14	-0,151	-0,235	+ 0,043
15	-0,212	-0,203	-0,380
16	+ 0,082	+ 0,001	-0,046

Статистическое описание зависимости амплитуды выходного сигнала от времени, найденное для наихудших трансфлюксоров по методу наименьших квадратов в виде линейной функции (прямая на рис. 3), выражается как

$$U_1(t) = 2,45 - 0,0121x,$$

где $x = 1, 2, 3, \dots$

Или, переходя к виду $U = U_{нач} (1 - kt)$, получим:

$$U_1 = U_{нач} (1 - 1,48 \cdot 10^{-5} t),$$

где $U_{нач}$ — начальное установившееся значение амплитуды сигнала единицы после действия разрушающих токов и перепадов температуры;

t — время, ч.

Поскольку каждое значение амплитуды выходного сигнала обуславливается большим количеством независимых друг от друга причин, распределение амплитуд можно считать близким к нормальному. Тогда оптимальная величина порога выходного усилителя может быть найдена из условия, что вероятность появления сигнала единицы с амплитудой $U_1 < U_{порог}$ равна вероятности появления сигнала помехи с амплитудой $U_0 > U_{порог}$, т.е.

$$U_{порог} = U_0 + \frac{U_1 - U_0}{2} \quad \text{или} \quad U_{порог} = U_0 + \frac{U_{нач} - U_0}{2}$$

Учитывая, что отношение сигнала к помехе $\frac{U_{нач}}{U_0}$ в

трансфлюксорном накопителе равняется примерно пяти и разрушение информации в ЗУ наступает при $U_1 = U_{порог}$,

$$U_{нач} (1 - kt) = \frac{U_{нач}}{5} + \frac{U_{нач} - \frac{U_{нач}}{5}}{2}$$

$$\text{Отсюда } t = \frac{2}{5k} = \frac{2}{5 \cdot 1,48 \cdot 10^{-5}} = 0,27 \cdot 10^5 \text{ ч,}$$

т.е. разрушения информации в ЗУ следует ожидать через три года.

С учетом оптимального выбора величины порога

усилителя $U_{порог}$ время сохранности информации можно увеличить. При отсутствии необходимости работы в широком температурном диапазоне выбором токовых режимов можно добиться лучшего соотношения сигнала и помехи, что также увеличит время существования информации в накопителе. Устройство визуальной индикации показало, что в течение года информация полностью сохранилась в обоих накопителях.

При оценке этого времени не рассматривался отказ ЗУ вследствие увеличения амплитуды помехи, так как уровень помех, индуцируемых в выходной обмотке трансфлюксора, оказался много меньше помех в выходной цепи, обусловленных паразитными связями в накопителе и жгутах. Кроме того, точность измерения помехи была ниже точности измерения сигналов единицы.

Результаты наблюдения накопителя, находившегося в режиме непрерывного считывания, существенно не отличались от обесточенного накопителя. Считывание информации, как указывалось выше, производилось с частотой $F = 4 \text{ кГц}$. При этом период обращения к накопителю намного превышает время окончания переходных процессов в системе и условия работы обоих накопителей отличаются только количеством считываний за период наблюдения. Таким образом, выбор частоты не повлиял на результаты эксперимента.

Итак, в запоминающих устройствах, построенных на магнитных элементах с неразрушающим считыванием, имеет место "старение" информации, приводящее в конечном счете к ее потере. Время сохранности информации зависит как от качества запоминающих элементов, так и от характеристик управляющих электронных схем и внешних условий работы ЗУ. Для запоминающего устройства на трансфлюксорах, работающих по принципу модуляции магнитного сопротивления с записью полными токами, время сохранности информации при надлежащем схемном построении может достигать трех лет, что вполне отвечает требованиям к такого рода устройствам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев Ю.М., Колесников Г.С. Сахарова Н.М., Симонов Б.Н. Элемент памяти для полупостоянных запоминающих устройств. Авт. свид. № 216799.
2. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. Гос. изд-во физ.-мат. литературы. М., 1962.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И КАДРЫ

ЛЮДИ ТРУДОВОЙ СЛАВЫ

Выполнение плана, качество выпускаемой продукции, соблюдение режима экономии, трудовая и производственная дисциплина на предприятии во многом зависят от профессионального мастерства и организаторских способностей производственных мастеров. Продолжаем нашу рубрику о людях трудовой славы.

ЛУЧШИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МАСТЕРА ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



МАТВЕЕВА Юлия Андреевна

Трудовая биография коммунистки Ю.А.Матвеевой мало чем отличается от биографий сотен других производственных мастеров. В 1962 г. Матвеева пришла на предприятие рядовым оператором, затем за трудолюбие, инициативность в работе была выдвинута в бригадиры. В 1966 г. заочно окончила техникум и в том же году была назначена мастером. Здесь и проявились ее организаторские способности. Сборочный участок, который она возглавляет, стал одним из передовых на предприятии. Повысилась производительность труда, укрепились трудовая дисциплина, достигнута значительная экономия сырья и материалов.

Ю.А.Матвеева исключительно требовательна к себе, и это качество она старается привить своим подчиненным. В политико-воспитательной работе Юлия Андреевна постоянно опирается на коммунистов и комсомольцев. В течение нескольких лет Ю.А.Матвеева избиралась членом партийного бюро цеха.

За высокие производственные успехи, достигнутые коллективом участка, в 1969 г. Матвеевой Ю.А. было присвоено звание "Лучший мастер предприятия", а в 1970 г. — звание лучшего производственного мастера электронной промышленности.

Партия и правительство высоко оценили трудовые заслуги Ю.А.Матвеевой, наградив ее орденом Трудового Красного Знамени.

САКАЛАУСКАС Иозас Ионович

Начал трудовой путь учеником слесаря-сборщика. Благодаря своей любознательности, постоянному стремлению все понять, все освоить, тов.Сакалаускас за короткое время овладел специальностью и получил квалификацию слесаря-сборщика III разряда.

Вскоре его отличные организаторские способности, творческий подход к делу были замечены и тов.Сакалаускаса назначили мастером штамповочного участка. С чувством высокой ответственности отнесся он к своей новой обязанности. Мастер — это технический руководитель участка. Без глубоких знаний здесь не обойтись. И Сакалаускас прежде всего стал учиться сам. Он поступил в политехникум. Читал техническую литературу. Работая мастером, Иозас Ионович освоил серию новых штампов и приспособлений по изготовлению деталей реле РВМ-2с, что позволило значительно снизить трудоемкость процесса и повысить производительность труда.

С 1969 г. он работает старшим мастером крупнейшего на заводе сборочного участка, объединяющего три комплексных бригады. И.И.Сакалаускас освоил все стадии сборки, прекрасно ориентируется в особенностях техники, знает все тонкости механизмов. К его мнению прислушиваются многие инженерно-технические работники. В том, что коллектив участка выполнил пяти-летний план к 15 марта, безусловно, есть и его заслуга.

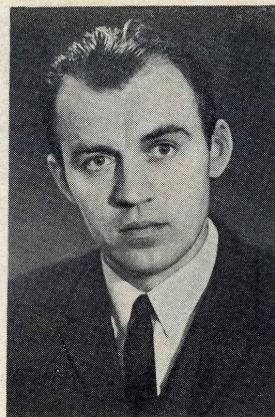
Тов. Сакалаускас — активный рационализатор. Заботясь о сбережении государственных средств, он внес ряд ценных предложений.

Вступив в соревнование за звание лучшего производственного мастера электронной промышленности, тов.Сакалаускас неустанно совершенствует свое мастерство, увлекая своим трудовым энтузиазмом весь коллектив. 56 человек на его участке удостоены звания ударника коммунистического труда, остальные борются за это звание.

Свою трудовую деятельность тов.Сакалаускас успешно сочетает с общественной работой. Много времени и энергии он отдает воспитанию кадров, работая с молодыми мастерами: учит их правильной организации труда, бережливому отношению к материалам.

За успехи в труде и активную общественную работу тов.Сакалаускас И.И. награжден орденом Трудового Красного Знамени и юбилейной Ленинской медалью.

Сейчас, в дни всенародного движения за досрочное выполнение плана первого года пятилетки, коллектив участка, которым руководит тов.Сакалаускас, вновь идет в авангарде соревнования.



ЕФИМОВА Клавдия Николаевна

Мастер сборочного участка опытного завода одного из научно-исследовательских институтов Клавдия Николаевна Ефимова заслуженно носит почетное звание "Лучший мастер". Коллектив, возглавляемый ею, выполнил плановое задание 1970 г. на 117,4 процента. За год освоена сборка пяти новых изделий, три изделия с этого участка переданы в серийное производство.

Исполненные чувства личной ответственности за порученное дело все рабочие участка освоили смежные специальности, и теперь отсутствие кого-нибудь из них не грозит простоем оборудования: один может заменить другого. Это способствует правильной организации производства, повышению производительности труда.

Особый подъем трудящихся вызвало социалистическое соревнование в честь XXIV съезда КПСС. Коллектив досрочно выполнил принятые повышенные обязательства, и в этом немалая заслуга мастера участка К.Н.Ефимовой, которая сумела мобилизовать все силы коллектива на решение поставленных перед ним задач.



ВОЛКОНСКАЯ Анастасия Сергеевна

Высоких производственных показателей добилась бригада одного из заводов электровакуумных приборов, возглавляемая мастером орденоносцем Анастасией Сергеевной Волконской. Этому коллективу, одному из первых на заводе присвоено высокое звание бригады коммунистического труда.

По инициативе А.С.Волконской на заводе стали создаваться школы передового опыта, в которых осваивались наиболее рациональные приемы работы и передовые методы труда. Сама Анастасия Сергеевна обучила в школах передового опыта около ста монтажниц.

В юбилейном ленинском году бригада А.С.Волконской достигла больших трудовых успехов. В августе 1970 г. был завершен пятилетний план, в октябре – годовой. Сверх плана сдано продукции на сумму 71900 руб. План четвертого квартала юбилейного года выполнен на 148 процентов, при этом производительность труда достигла 120 процентов.

Коллектив бригады, соревнуясь за выпуск изделий отличного качества, добился того, что изготовленная им продукция сдается с первого предъявления. Всем монтажницам и контролерам присвоено звание отличников качества.

ШЕВЧЕНКО Петр Ильич

На трудовой вахте в честь XXIV съезда КПСС больших успехов добился коллектив участка стеклозаготовительного цеха, возглавляемый Петром Ильичом Шевченко. 26 марта он рапортовал о досрочном выполнении предсъездовских обязательств и плана I квартала 1971 г. Около 200 рабочих выполнили четырехмесячное задание. За период предсъездовского соревнования коллектив сэкономил столько материалов, комплектующих изделий и электроэнергии, что в день коммунистического субботника он работал только за счет экономии.

Высокие производственные достижения участка – результат самоотверженного труда всего коллектива и большой организаторской и воспитательной работы его начальника – Петра Ильича Шевченко.

За 18 лет работы на заводе П.И.Шевченко прошел большой трудовой путь: ученик наладчика, наладчик, мастер, начальник участка. За большие заслуги в выполнении заданий плана развития народного хозяйства удостоен высшей правительственной награды – ордена Ленина.

Основное внимание руководителя участка направлено на непрерывное совершенствование производства, повышение производительности труда, улучшение качества выпускаемой продукции, а также на воспитание чувства ответственности у каждого работника за порученное ему дело, повышение творческой и трудовой активности коллектива. И не случайно, именно на этом участке родилось много ценных трудовых начинаний, именно здесь постоянно внедряется новая техника, многие рабочие стали активными рационализаторами. Только за последнее время для упрочнения структуры стекла применен сернистый газ, внедрены узлы развертки оплавленного края стеклозаготовок, механизированные узлы протирки заготовок.

О высоких трудовых достижениях коллектива участка свидетельствует тот факт, что шесть бригад работают с личным клеймом качества. Из 216 работающих на участке 205 человек – ударники коммунистического труда. Сейчас коллектив завоевал право называться участком коммунистического труда. За большие трудовые успехи в соревновании в честь 100-летия со дня рождения В.И.Ленина коллективу присвоено звание "Участок имени Ильича".

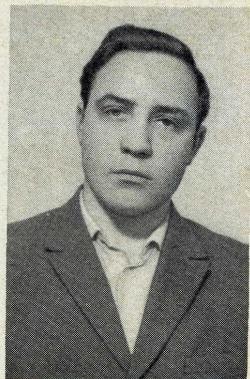


ПОТЕЕВ Федор Николаевич

Участок, который возглавляет коммунист Федор Николаевич Потеев, по праву считается на заводе передовым. Коллектив работает четко, слаженно, и в этом заслуга мастера. Преодолеть узкую специализацию, научить рабочих выполнять все операции — такую задачу поставил перед собой Ф.П.Потеев. Начал Федор Николаевич с личного примера. Настойчиво, изо дня в день овладевал то одним, то другим процессом. Глядя на него, начали учиться и рабочие. Теперь на участке все уверенно берутся за любую работу.

Борясь за качество выпускаемой продукции, коллектив, возглавляемый Ф.Н.Потеевым, уделяет большое внимание совершенствованию техники, внедрению комплексной механизации и автоматизации. В 1967 г. за высокие показатели в труде этому коллективу первому в цехе присвоено звание "Участок коммунистического труда". Несколько лет подряд коллектив сдает продукцию в ОТК с первого предъявления.

Предсезонная трудовая вахта, в которой ярко проявились высокая организованность и возросшая творческая активность работников участка, показала, что коллектив, которым руководит Федор Николаевич Потеев, способен выполнить задачи, определенные XXIV съездом КПСС.



ПОДКОПАЕВ Виктор Михайлович

Ударник коммунистического труда старший мастер Подкопаев Виктор Михайлович более 20 лет трудится на одном из заводов отрасли. Отличные организаторские способности, умение создавать в коллективе атмосферу энтузиазма и настойчивого поиска резервов производства удачно сочетаются в нем со знаниями техники, технологии и экономики. Именно благодаря этим качествам мастера коллектив, возглавляемый В.М.Подкопаевым, добился высоких производственных показателей: сменные задания регулярно перевыполняются на 110–120 процентов. Монтажный участок В.М.Подкопаева неоднократно признавали лучшим на заводе, а в октябре 1970 г. он завоевал право называться участком коммунистического труда.

Виктор Михайлович убежден, что производственные успехи коллектива зависят не только от хорошего состояния оборудования, но и от уровня подготовки обслуживающего персонала. Рабочие монтажного участка В.М.Подкопаева систематически повышают свою квалификацию, овладевают смежными профессиями. Виктор Михайлович активно содействует внедрению всего нового и передового в цехе. Так, на его участке освоен статистический контроль, позволивший повысить выход годных изделий на 2,7 процента и сэкономить более 20 тыс.руб. Механизация контрольно-измерительных операций, осуществленная на участке В.М.Подкопаева, дала экономический эффект в сумме 2 тыс.руб. В 1970 г. за технически грамотное и оперативное решение вопросов, связанных с выполнением государственного плана, творческое отношение к труду Виктору Михайловичу присвоено звание "Заслуженный мастер завода".



ГУСЕВА Зоя Павловна

Ударник коммунистического труда Зоя Павловна Гусева за пятнадцать лет работы на заводе освоила профессии укладчицы, контролера и техника — от простой работницы выросла до производственного мастера. Без отрыва от производства окончила школу рабочей молодежи, а затем техникум.

Ее настойчивости в достижении намеченной цели, умению мобилизовать все силы на качественное и своевременное выполнение производственного задания коллектив во многом обязан своими трудовыми успехами. Смена, которой руководит Зоя Павловна, работает ритмично и ежемесячно выполняет производственный план на 110–120 процентов. Производительность труда в смене возросла в два раза, а себестоимость выпускаемой продукции снизилась, в результате чего отпускная цена изделия высшей группы понизилась с 30 до 7,5 руб.

Придавая большое значение внедрению новой техники, З.П.Гусева постоянно заботится о повышении качества и надежности выпускаемых приборов. Внедрение нового метода изготовления кристаллов позволило получить большую экономию.

Смене, возглавляемой Зоей Павловной Гусевой, одной из первых на предприятии было присвоено звание бригады коммунистического труда.

БАБЫНИН Михаил Алексеевич

Коммунист Михаил Алексеевич Бабынин пришел на завод 10 лет назад из рядов Советской Армии. Работая учеником оператора, он в течение нескольких месяцев в совершенстве овладел этой специальностью и был выдвинут на должность мастера.

Хороший организатор, энергичный и инициативный работник М.А.Бабынин сумел возглавить коллектив в борьбе за успешное выполнение поставленных перед ним трудовых задач: пятилетний план был завершен в начале декабря 1970 г. Производительность труда на участке в прошлом году превысила плановую на 2,5 процента, на 2 процента был перевыполнен и план выхода годных приборов. В результате сэкономлено 22855 руб. Накопления, сделанные за счет повышения производительности труда, позволили премировать лучших рабочих участка из фонда мастера суммой 3094 руб.

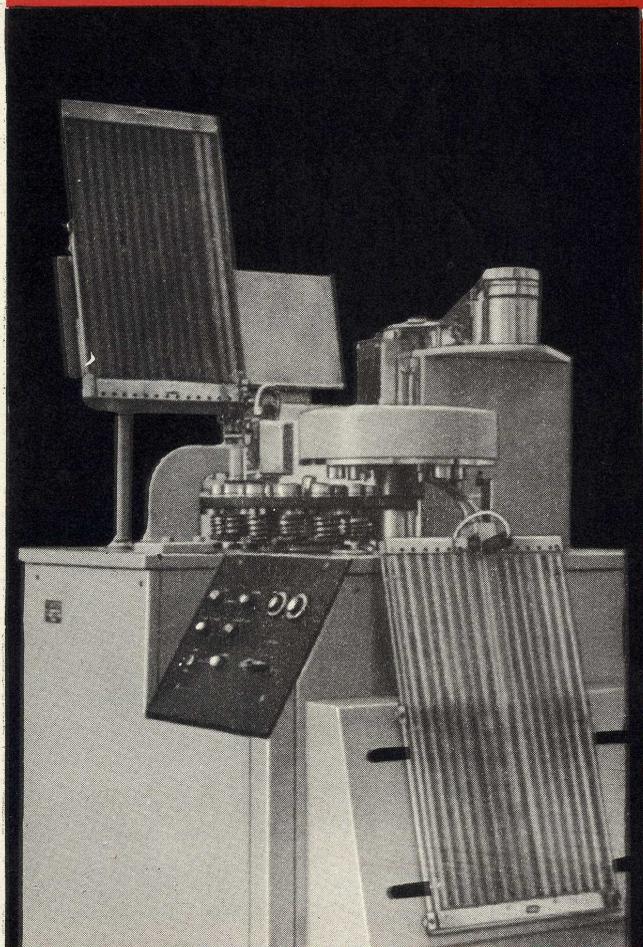
Поскольку трудовой успех коллектива во многом определяется уровнем технической подготовки рабочих, Михаил Алексеевич уделяет большое внимание производственной учебе. Рабочие участка, совершенствуя свое мастерство, овладевают смежными профессиями: одни уже окончили производственно-технические курсы, другие учатся в школах передовых методов труда. Сам Михаил Алексеевич окончил курсы по технологии производства полупроводниковых приборов.

Соревнование в честь 100-летия со дня рождения В.И.Ленина, а затем в честь XXIV съезда КПСС вскрыло новые резервы увеличения выпуска и улучшения качества продукции. Коллектив участка М.А.Бабынина добился высоких производственных показателей: все рабочие выполняют сменные задания на 110–115%, выпускают продукцию только высокого качества и сдают ее в ОТК с первого предъявления.

За трудовые заслуги М.А.Бабынин удостоен правительственной награды — медали "За трудовую доблесть" и высокого звания "Лучший производственный мастер" электронной промышленности.



АВТОМАТ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ПЛАТ ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ШТЫРЯМИ



Загрузка штырей из вибробункера
под действием вакуума
в отверстия гнезд матриц рабочего диска



Подача платы из кассеты



Насаживание платы под действием вакуума
на штыри



Транспортирование платы со штырями
на операцию опрессовки



Опрессовка штырей



Съем армированной платы с рабочего диска



Выгрузка в приемную кассету

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТА ПОЗВОЛИЛО ПОВЫСИТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА
НА ОПЕРАЦИИ АРМИРОВАНИЯ ПЛАТ ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ
ПО СРАВНЕНИЮ С РУЧНЫМ СПОСОБОМ В 15 РАЗ



Производительность 720 шт/ч

Время одного цикла 5 сек

Число позиций 16

Габариты 800x850x1500 мм

Вес 300 кг

НОВОСТИ ЗАРУБЕЖНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

США

Хромовые фотошаблоны

Фирма Bell and Howell Co. приступила к массовому производству хромовых фотошаблонов, чему способствовали автоматизация процесса изготовления фотошаблонов и улучшение их качества.

До сих пор хромовые фотошаблоны применялись исключительно для интегральных схем (ИС), выпускаемых по заказу. При массовом производстве ИС большинство фирм отдает предпочтение эмульсионным фотошаблонам.

Специалисты фирмы Bell and Howell Co. утверждают, что срок службы хромовых фотошаблонов значительно выше эмульсионных: 150 экспонирований вместо 10, причем качество ИС не снижается. Для эмульсионных фотошаблонов уровень дефектов соответствует 10–15%, а для хромовых – не более 5%, что позволяет повысить процент выхода годных и снизить стоимость ИС [1].

Будущее

пластмассовых корпусов

Представители фирм, занимающихся производством керамических корпусов для полупроводниковых приборов и ИС, считают, что в ближайшие годы следует ожидать значительного поступления на рынки сбыта пластмассовых корпусов. Они найдут применение преимущественно в бытовой аппаратуре.

В оборонной промышленности и в вычислительной технике в настоящее время предпочтение отдается керамическим корпусам.

На рынках сбыта настольных счетных машин за последнее время возрос интерес к пластмассовым корпусам для ИС. Пластмассовый корпус в среднем на половину дешевле керамического. Например, стоимость керамического DIP корпуса с 40 выводами равна 1 долл. при закупке партии в 500 тыс. шт., аналогичный пластмассовый стоит 30–40 центов. Тем не менее широкого применения пластмассо-

вые корпуса в промышленности, как этого можно было бы ожидать, не получили.

Президент американской фирмы Electronic Services Corp. объясняет такое положение тем, что пластмассовые корпуса начали проникать на рынок в тот период, когда интерес к ним стал ослабевать. В настоящее время наблюдается перепроизводство пластмассовых корпусов. Однако в ближайшее время создавшаяся ситуация на рынках сбыта должна измениться. Считают, что основная область применения пластмассовых корпусов – МОП ИС со средним и высоким уровнем интеграции. Наибольший спрос предполагается на пластмассовые корпуса с 24, 28 и 40 выводами.

Специалисты французского филиала фирмы Plessey, которая занята изготовлением керамических корпусов, намерены приступить к выпуску пластмассовых корпусов с 24 и 40 выводами.

Керамические корпуса окажутся вне конкуренции в тех случаях, когда к приборам будут предъявляться требования повышенной температурной стабильности, механической прочности, высокой надежности и долговечности [2].

Перспективные материалы для электронной промышленности

На прошедшем в феврале 1971 г. в Чикаго семинаре фирмы Semiconductor Specialists Inc. обсуждались перспективные для электронной промышленности материалы.

Руководитель отделения электроматериалов фирмы Monsanto в своем выступлении отметил, что в настоящее время наиболее широко применяемым материалом является кремний. За последние пять лет ежегодный объем продаж полированных кремниевых пластин превысил 100 млн. долл. На долю электронного оборудования, в котором применяют-

ся ИС, приходится 45% всего выпускаемого оборудования, и эта цифра продолжает расти. На исследования, разработки, производство кремния и кремниевых приборов и схем затрачено 10 млрд. долл.

Кремний в 5 раз дешевле германия и в 15 раз арсенида галлия.

По мнению участников семинара, кремний останется основным полупроводниковым материалом до конца столетия.

В последние годы уделялось большое внимание изысканию новых материалов для оптоэлектронных приборов. Широкое распространение получили полупроводниковые соединения на основе галлия, выращенные на подложках из арсенида галлия.

В большинстве цифровых индикаторных устройств применяются светодиоды, изготовленные на эпитаксиальных пленках из фосфид-арсенида галлия. После фосфид-арсенида галлия наиболее перспективным материалом считают фосфид галлия, который найдет широкое применение в индикаторных устройствах на светодиодах с желтым и зеленым свечением.

Ожидаемый объем продаж оптоэлектронных приборов в 1974 г. составит 200 млн. долл.

К перспективным разработкам в области памяти следует отнести ЗУ на цилиндрических магнитных доменах, в которых используются пленки железиттриевого граната, полученные эпитаксией на подложках из иттрий-алюминиевого граната. Такие ЗУ начнут применяться не ранее 1974 г. [3].

ФРГ

Новый способ пассивации германия

После длительного перерыва разработчики вновь заинтересовались германиевой технологией. Лаборатории фирмы AEG-Telefunken предложили новый способ пассивации германия, заключающийся в следующем. На германиевую подложку осаждается слой двуокиси кремния, что позволяет окислять германий при обычных температурах. Испарения германия в виде окисла с поверхности не наблюдается. Между пленкой SiO_2 и подложкой создается слой аморфной двуокиси германия, который стабилен даже при температурах, необходимых для проведения обычного диффузионного процесса. Этот слой служит резкой линией раздела между пленкой SiO_2 и подложкой и легко поддается травлению в стандартных травителях [4].

БЕЛЬГИЯ

Сверхчистые монокристаллы германия

Сотрудники Центра по производству полупроводниковых материалов фирмы Novopen получили методом вытягивания из расплава сверхчистые германиевые монокристаллы с концентрацией примесей 5×10^{10} атом/см³. Сырьем для сверхчистого монокристаллического германия служил особый сорта германий, который фирма производит как для собственных нужд, так и для нужд научно-исследовательских лабораторий США.

Специалисты фирмы к основным достоинствам нового материала относят прежде всего очень небольшое содержание в нем примеси лития по сравнению с широко применяемыми в промышленности кристаллами германия.

Детекторы, изготовленные на основе сверхчистых монокристаллов германия, могут храниться при комнатной температуре, параметры их в этом случае не ухудшаются.

Новый материал открывает широкие перспективы для фирм, производящих различные детекторы. Кроме того, фирма Novopen является ведущим предприятием по изготовлению легированных галлием монокристаллов германия для гамма-лучевых дефектоскопов [5].

ЯПОНИЯ

Новый цветной телевизор

Для английских фирм, занимающихся производством телевизионных приемников, явилось неожиданностью сообщение японской фирмы "Тосиба" о разработке нового цветного телевизора, в котором 75% каскадов электронных трактов собрано на 15 ИС, 17 стандартных транзисторах и 49 диодах. Применен кинескоп с диагональю 20 дюймов (~50 см).

По данным газеты "Electronic News", в настоящее время на английских рынках сбыта появился телевизор фирмы Philips, в котором используется пять ИС.

В японском телевизоре 13 линейных биполярных ИС монтируются в пластмассовые корпуса с двухрядным расположением выводов (DIP), а 2 гибридные ИС на биполярных транзисторах — в пластмассовые корпуса с односторонними выводами.

Специалисты фирмы "Тосиба" смогли устранить важные причины, из-за которых тормозится широкое применение ИС в бытовой радиоаппаратуре. При изготовлении ИС они применили разработанную фирмой технологию "совершенных кристаллов" ("Perfect Crystal Device Technology"), благодаря чему схемы обладают малым уровнем шумов и характеристиками с высокой линейностью.

Дальнейший прогресс в области бытовой аппаратуры тесно связан с широким использованием ИС, так как повысится плотность монтажа, надежность приборов, улучшатся их параметры и уменьшится стоимость сборочных операций.

Представители фирмы "Тосиба" планируют начать поставку цветного телевизора на рынки сбыта летом текущего года [6].

Сокращение производства ИС

Такие крупные фирмы, как "Ниппон" и "Мицубиси", сократили объем производства ИС почти на 20%. В ближайшее время фирмы "Тосиба" и "Хитати" вынуждены будут поступить так же. Основная причина — снижение уровня производства настольных счетных машин, в которых ИС находят наибольшее применение. Наблюдается тенденция к созданию электронных вычислительных машин меньших размеров и, как следствие этого, к замене простых ИС схемами с высоким уровнем интеграции.

Большое влияние на сокращение объема производства ИС оказал все увеличивающийся ввоз в Японию американских дешевых ИС (стоимостью 20 центов) и БИС. По данным Ассоциации электронной промышленности Японии, в январе 1971 г. в страну было ввезено американских ИС и БИС свыше 3,5 млн.шт. на общую сумму 7186 тыс.долл., что соответственно на 118 и 204% больше, чем за тот же период прошлого года. Тенденция к увеличению объема продаж американских ИС на японских рынках сбыта в ближайшие годы сохранится.

Тем не менее, по последним прогнозам, в текущем финансовом году будет выпущено электронных вычислительных устройств на сумму 450–500 млн. долл., что на 30–40% превысит объем продаж прошлого финансового года [7].

Монокристаллический арсенид галлия

Специалистам фирмы "Мицубиси" удалось получить монокристаллический арсенид галлия высокой чистоты с концентрацией свободных носителей 10^{12} см^{-3} и подвижностью Холла $244000 \text{ см}^2/(\text{в} \cdot \text{сек})$, измеренных при температуре 77°K . Кристаллы выращивались из расплава гал-

лия методом жидкофазной эпитаксии в наклонной трубчатой печи, изготовленной из кварца высокой чистоты. Тигель из стеклоуглерода предварительно прокаливался при температуре 900°C в течение 24 ч в потоке водорода, прошедшего палладиевую очистку. Непосредственно перед эпитаксией тигель с расплавом подвергался повторной термообработке в аналогичном режиме, что способствовало удалению из расплава кислорода и других примесей [8].

АНГЛИЯ

Строительство завода цветных кинескопов

До сих пор английские фирмы не могут обеспечить внутренние рынки сбыта цветными кинескопами. Такое положение сохранится и в ближайшие годы.

Возникший в стране бум вокруг цветных телевизоров, объем продаж которых за последнее время превысил 1 млн.шт., повлек за собой значительный приток в страну импортных цветных кинескопов. Всего было ввезено около 270 тыс.шт. на общую сумму свыше 8 млн.ф.ст. За первые пять месяцев 1971 г. на английские рынки поступило 124 660 цветных кинескопов (3,42 млн.ф.ст.).

В настоящее время фирма Mullard строит завод по производству цветных кинескопов в Белмонте. Как уже сообщалось в английской печати, представители фирмы планируют наладить выпуск цветных кинескопов (на общую сумму 7 млн.ф.ст.), а также электронных пушек и теневых масок. Первым изделием должен стать кинескоп с диагональю экрана 20 дюймов ($\sim 56 \text{ см}$).

Последняя, третья очередь завода вступит в строй в конце 1974 г. Численность завода достигнет 1500 чел. [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Electronics Design*, 1971, Apr.29, v.19, N 9, p.20.
2. *Electronic News*, 1971, May 31, v.16, N 821, p.36.
3. *Circuits Manufacturing*, 1971, Apr., v.11, N 4, p.8.
4. *Electronics*, 1971, June 7, v.44, N 12, p.3E.
5. *Electronics Weekly*, June 9, 1971, N 562, p.11.
6. *Electronic News*, 1971, v.16, N 823, p.4.
7. *Electronics Weekly*, June 23, 1971, N 564, p.11.
8. *Japan J. Appl. Phys.*, 1971, v.10, N 4, p.31.
9. *Electronics Weekly*, July 7, 1971, N 566, p.7.

ГДР ПОКАЗЫВАЕТ

В июне 1971 г. в Москве в Политехническом музее проходила выставка технологического оборудования для производства изделий электронной техники, разработанного народным предприятием ГДР "Электромат".

"Электромат" является головным предприятием по разработке, производству и оснащению технологическим оборудованием электронной промышленности ГДР.

На выставке было представлено оборудование для производства транзисторов, интегральных схем, герконов, а также вакуумно-напылительное оборудование.

Наибольший интерес посетителей вызвала комплексная линия для контроля диодных и транзисторных структур и сборки транзисторов.

Работа линии начинается с контроля параметров транзисторных структур на пластинах, который осуществляется с помощью многозондового автопробера типа АУТ-4101 и тестера модели 301. Автопробер АУТ-4101 имеет 21-зондовую головку (из них 5 маркировочных), для точной настройки которых применяется микроскоп типа СМ-XX. Автоматическая подстройка шага координатного стола осуществляется с помощью светового луча и масштабной линейки со шкалой, цена деления которой 100 мкм. Такая оптико-механическая система автоподстройки обеспечивает точность позиционирования ± 5 мкм по всей площади пластины и позволяет исключить накопление ошибки. Передвижение координатного стола может осуществляться по пяти программам: одна — для стопроцентного контроля и четыре — для выборочного контроля (могут контролироваться выборочные структуры, выборочные строки, осуществляется одновременный контроль нескольких структур и т.п.). Производительность автопробера АУТ-4101 вместе с тестером 301 составляет 4500–6000 транзисторных структур в час при продолжительности измерений 350 мсек.

Тестер работает по принципу сравнения измеряемых величин с эталонными и позволяет проводить разбраковку структур на 20 классификационных групп и 1 группу брака, измерять статические параметры транзисторов мощностью до 150 мвт и диодов мощностью до 1 вт. Время измерения одного теста — 40 мсек. Установка рабочих режимов и последовательности испытаний производится по программе, набираемой декадным переключателем. Применение многоканальной ячейки позволяет одновременно испытывать до четырех транзисторов или диодов. Тестер имеет запоминающее устройство, которое дает возможность накапливать

данные испытания, полученные от двух отдельных, более простых тестеров. При использовании соответствующих контактирующих устройств тестер может применяться для контроля собранных и загерметизированных транзисторов и диодов.

Для разделения пластин на кристаллы со структурами в линейке применен станок проволоочной резки модели 739. Преимущество способа резки пластин с помощью проволоки и абразива (алмазный порошок или карбид кремния) состоит в том, что он обеспечивает получение ровных краев кристаллов и позволяет создать надежные в работе устройства для автоматической посадки кристаллов на ножку или ленту в ориентированном положении. В качестве режущего инструмента применена вольфрамовая проволочка диаметром 50–100 мкм, намотанная на оправку в виде раstra из 60–80 рядов. Пластины предварительно наклеиваются или примораживаются к стеклянной подложке и юстируются с помощью микромагнитуплаторов или микроскопа типа СМ-XX. На станке одновременно могут обрабатываться две пластины диаметром до 40 мм и толщиной 0,1–0,5 мм. Производительность станка 4–6 пластин в смену.

Полуавтоматическая установка типа 834–31 предназначена для монтажа кремниевых кристаллов размером 0,5x0,5 и 2x2 мм на золоченые отрезки ленты методом ультразвуковой сварки. Предусмотрена возможность нанесения золотой фольги на ленту в места контактирования. Производительность установки в зависимости от размеров кристаллов составляет 600–1000 шт/ч.

После присоединения кристаллов магазины с лентами переносятся на установку типа 833–30 для присоединения ультразвуковой сваркой проволоочных выводов. Диаметр алюминиевой или золотой проволочки 15–125 мкм. Вывод инструмента на место первого контактирования производится вручную, а далее весь процесс (подача проволоки, вывод инструмента к месту контактирования, присоединение выводов) осуществляется автоматически. Затем цикл повторяется также автоматически.

Производительность установки при высокой квалификации оператора может достигать 1200 сварок в час.

По сообщению представителей НП "Электромат", комплекты оборудования для сборки транзисторов и интегральных схем, построенные на базе вышеперечисленных машин, получили широкое распространение в электронной промышленности ГДР.

МАКАРОВ Е.В.

НОВЫЕ КНИГИ

ЭЛЕМЕНТЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

С.В. Свечников

Издательство "Советское радио", 1971

Излагаются физико-технические основы оптоэлектроники. Приводятся данные по элементам оптронных пар, фотоприемникам, управляемым твердотельным источникам света. Рассматривается применение оптоэлектроники в технике управления сигналами, вычислительной технике, устройствах отображения информации и картинной логики. Освещаются вопросы применения волоконной оптики в устройствах и системах оптоэлектроники.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов по полупроводниковой электронике.

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Сборник статей (вып. 1-6)

под ред. *Н.Г. Басова*

Издательство "Советское радио", 1971

В сборнике публикуются теоретические работы и результаты экспериментальных исследований отечественных авторов по следующим разделам квантовой электроники: физические явления в квантовых генераторах, теория генерации и усиления лазерного излучения, нелинейные и параметрические явления, вопросы разработки, конструирования и эксплуатации генераторов различных типов, приборы и аппаратура, использующие принципы квантовой электроники.

СВЧ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Под ред. *Г. Уотсона*. Пер. с англ.

Издательство "Мир", 1971

Описаны физические процессы и проанализированы основные принципы конструирования СВЧ приборов на примерах конкретных схем. Рассмотрена связь предельных параметров устройств с параметрами применяемого материала. Содержание книги охватывает все основные исследования современной полупроводниковой электроники СВЧ.

Материал представляет несомненный интерес для разработчиков и конструкторов СВЧ приборов и систем.

ЭЛЛИПСОМЕТРИЯ

Ю.И. Уривский

Издательство

Воронежского университета, 1971

Рассматриваются физические принципы работы эллипсометров-оптических приборов, действие которых основано на определенных изменениях параметров поляризованного света, отраженного исследуемой поверхностью. Даются рекомендации по конструированию приборов, описываются способы юстировки оптических элементов эллипсометров и подробно излагается методика эллипсометрических измерений.

Книга предназначена для специалистов в области физики твердого тела, материаловедения, физики тонких пленок и т.д.

СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА

ТИРИСТОРЫ

Пер. с англ. под ред. *В.А. Лабунцова*

и *А.Ф. Свиридова*

Изд. 2-е, доп.

Издательство "Энергия", 1971

Рассматривается теория и практика применения тиристорov в схемах преобразователей тока и коммутаторов электрических цепей низкого напряжения.

Справочник рассчитан на специалистов, работающих в области преобразовательной техники, техники управления и т.д.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭВМ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ

Под ред. *Е.И. Гальперина* и *А.Ю. Гордонова*

Издательство "Советское радио", 1971

Приводится классификация специальных элементов ЗУ ЭВМ и рассматриваются особенности их работы. Излагается методика инженерного расчета типовых схем, входящих в ЗУ. Особое внимание уделяется вопросам микроминиатюризации специальных элементов, а также применению интегральных схем в ЗУ.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией ЭВМ.

КОНСТРУКЦИИ КОРПУСОВ И ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Издательство "Энергия", 1971

Описаны конструкции корпусов диодов и транзисторов, методы их проектирования, изготовления и испытаний. Приведены способы расчета максимальной температуры переходов и результаты экспериментального определения температуры и тепловых полей в транзисторах и диодах.

Книга рассчитана на конструкторов радиоэлектронной аппаратуры.

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

А.С. Белов, В.И. Гордеева, А.В. Нефедов

Издательство "Энергия", 1971

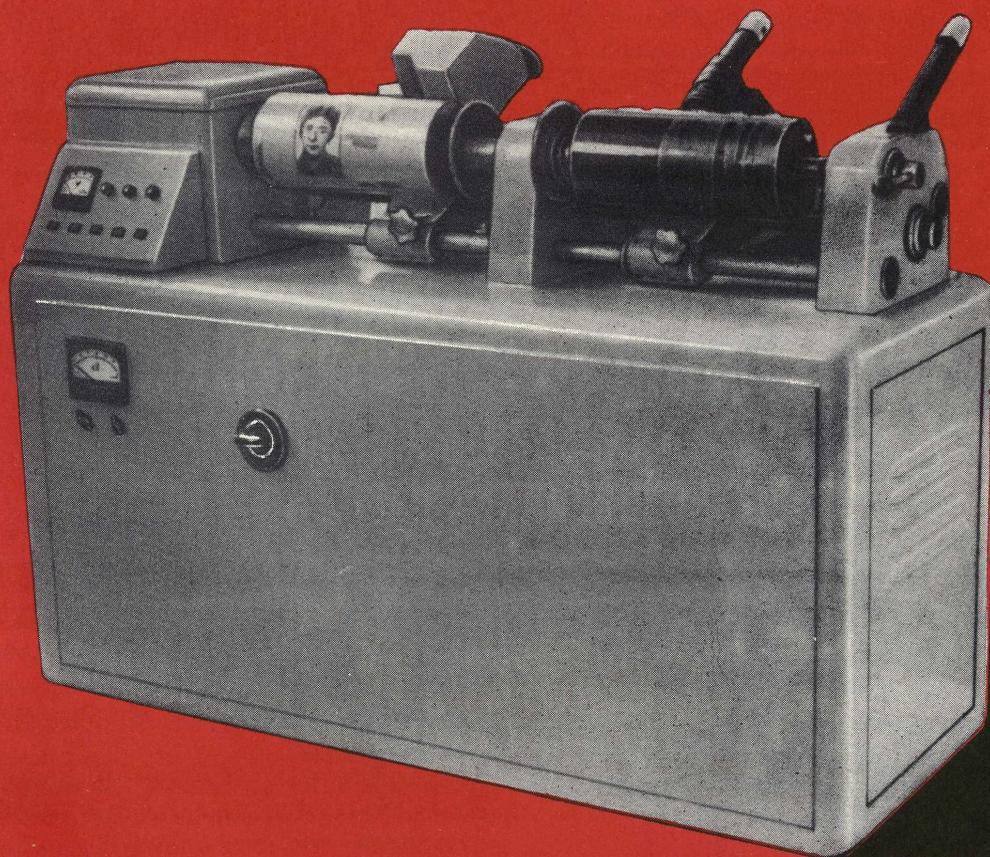
Систематизированы основные справочные данные по отечественным полупроводниковым приборам широкого применения, даны их примерные зарубежные аналоги и методика подбора приборов-аналогов.

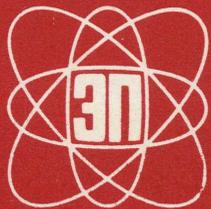
ЛАЗЕРНАЯ ГРАВИРОВАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

для изготовления типографских форм
на неметаллической основе

ПОЗВОЛЯЕТ УВЕЛИЧИТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В 5 РАЗ, УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО ИЗГОТОВЛЕННЫХ КЛИШЕ, ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ.

Линиатура растров	27, 34, 48, 54, 68, 96 <i>линий/см</i>
Линейная скорость гравирования	до 100 <i>м/сек</i>
Максимальная величина гравюры	45x35 <i>см</i>
Характеристика лазерного излучения:	
длина волны излучения	10,6 <i>мкм</i>
мощность излучения в непрерывном режиме	25 <i>вт</i>
минимальный диаметр фокального пятна	100 <i>мкм</i>
Электропитание	220в (50гц)
Потребляемая мощность	2 <i>квт</i>
Габариты	1636 x 600 x 1300 <i>мм</i>





ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
К.И.МАРТЮШОВ

Члены редколлегии:

В.А.Афанасьев, А.Р.Бодиков,
А.А.Васеньков, В.Е.Вершин,
В.И.Виноградов,
В.И.Владиславлев, Е.А.Гайлиш,
М.М.Гришин, А.А.Захаров,
В.В.Иванов, А.И.Казьмин,
Н.Г.Кашиков, В.Г.Колесников
А.А.Константинов,
А.М.Коршанов, С.И.Крохин,
В.Г.Мавродиadi, 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, А.А.Сорокин,
М.Ф.Стельмах,
П.М.Стуколов (зам. главного
редактора), В.М.Сычев,
Г.Г.Татаровская (ответствен-
ный секретарь), А.Ф.Трутко,
Г.А.Умнов, В.А.Федоренчик,
В.Ф.Федоров, О.Ф.Филатов,
С.К.Цаллагов, Ю.Г.Шелюхин

На первой странице обложки:
фотография термограммы, по-
лученная с помощью ИК-радио-
метра, для определения качест-
ва монтажа кристалла на нож-
ку корпуса транзистора. На
второй странице обложки: ав-
томат армирования печатных
плат гибридных интегральных
схем металлическими штыря-
ми (см.стр.82); миниатюрный
диктофон «Память»; портатив-
ный переносный малогабарит-
ный телевизор; алфавитно-
цифровой регистратор РП-100
(см.стр.48).

Ответственный редактор
Г.Г.Татаровская

Ответственные за выпуск
Н.В.Левина, Т.К.Привалова

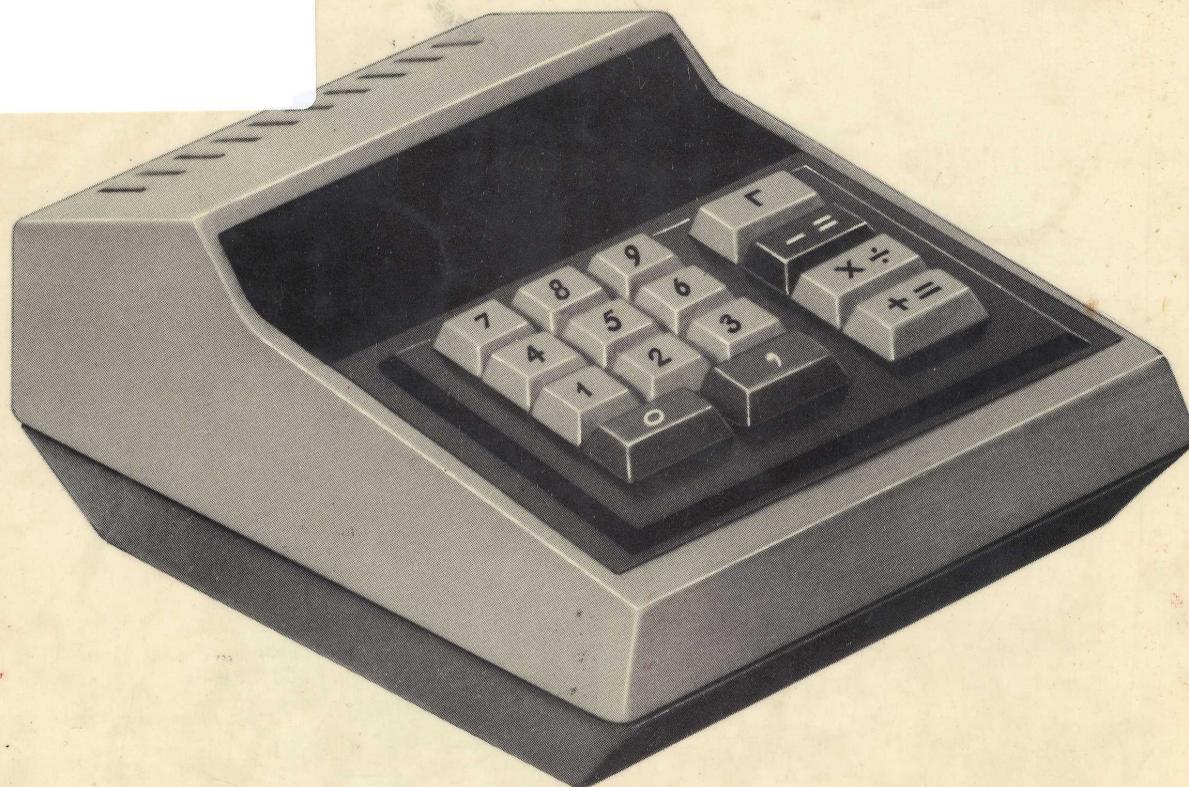
Художественно-технический редактор
А.В.Дайлидо

Художник Б.И.Верижников

Фото В.П.Прохорова

Подписано в печать 9.1.X.71
Т-16013 Объем 11 п.л.
Уч.-изд.л.10,8 Тираж 2400
Формат 60 x 90/8
Цена 91 коп. Заказ 1528

Производственно-издательский отдел
ЦНИИ «Электроника», Москва,
проспект Вернадского, 39



МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР

■ "ЭЛЕКТРОНИКА 24-71"

СХЕМА ВЫПОЛНЕНА НА БОЛЬШИХ МОП-ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ (БИС), ЧТО ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫСОКУЮ НАДЕЖНОСТЬ, МАЛЫЕ ГАБАРИТЫ И НЕБОЛЬШУЮ ПОТРЕБЛЯЕМУЮ МОЩНОСТЬ.

настольная вычислительная машина

*для инженерных,
техико-экономических,
бухгалтерских
и несложных научных расчетов*

**ИЗДЕЛИЯ
ЭЛЕКТРОННОЙ
ТЕХНИКИ -
НАРОДНОМУ
ХОЗЯЙСТВУ**

Разрядность	8 десятичных разрядов
Представление чисел	с плавающей запятой, знак отрицательного числа выводится на индикацию
Время выполнения операций:	
сложение и вычитание	20 мсек
умножение	150 мсек
деление	200 мсек
Потребляемая мощность	8 Вт
Габариты	235 × 130 × 100 мм
Вес	1,7 кг