**СОДЕРЖАНИЕ**

1. **Введение.**
2. **Общие сведения о цифровых интегральных микросхемах.**
3. **Методы контроля в производстве цифровых интегральных микросхем.**

**Список используемой литературы.**

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время весьма актуальной задачей является техническое перевооружение, быстрейшее создание и повсеместное внедрение принципиально новой радиоэлектронной техники. В решении этой задачи одна из ведущих ролей принадлежит цифровой технике. Интегральные микросхемы в настоящее время являются одним из самых массовых изделий современной микроэлектроники. Применение микросхем облегчает расчет и проектирование функциональных узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры, ускоряет процесс создания принципиально новых аппаратов и внедрения их в серийное производство. Широкое использование микросхем позволяет повысить технические характеристики и надежность аппаратуры. Отечественной электронной промышленностью освоен выпуск широкой номенклатуры микросхем, ежегодно создаются десятки и сотни тысяч новых приборов для перспективных радиоэлектронных средств. В поиске и выборе элементной базы и схемотехнических решений существенную помощь может оказать систематизированная информация о существующих интегральных микросхемах. Справочные сведения о микросхемах составлены на основе данных, зафиксированных в государственных стандартах и технических условиях на изделия.

**1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦИФРОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ**

Условные обозначения ИС, выпускаемых отечественной промышленностью, устанавливаются ОСТ 11073.915-80, в соответствии с которым обозначения ИС состоят из четырех основных элементов.
Первый элемент - цифра, обозначающая группу по технологическому признаку, к первой группе относятся полупроводниковые ИС (цифры 1,5,6,7), ко второй - гибридные ИС (цифры 2,4,8), к третьей - прочие (цифра 3).
Второй элемент обозначает порядковый номер серии.
Третий элемент состоит из двух букв и определяет функциональное назначение ИС. Первая из букв определяет подгруппу, а вторая - вид ИС. Соответствующие данные по функциональному назначению ИС приведены в таблице 1.
Четвертый элемент - порядковый номер разработки ИС данного
функционального типа

Рис 1. Пример условного обозначения ИС 1533ТМ2

Таблица 1. Подгруппы и виды ИС.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Подгруппа | Вид | Обозначение |
| А Формирователи  | импульсов прямоугольной формыимпульсов специальной формы адресных токов разрядных токов прочие  | АГ АФ АА АР АП  |
| Б Схемы задержки  | пассивные активные прочие  | БМ БР БП  |
| В Схемы вычислительныхсредств  | микроЭВМ микропроцессоры микропроцессорные секции схемы микропрограммного упра-вления функциональные расширители схемы синхронизации схемы управления прерыванием схемы интерфейса схемы управления памятью функциональные преобразовате-ли информации схемы сопряжения с магистра- лью времязадающие схемы микрокалькуляторы контроллеры комбинированные схемы специализированные схемы прочие  | ВЕ ВМ ВС ВУ ВР ВБ ВН ВВ ВТ ВФ ВА ВИ ВХ ВГ ВК ВЖ ВП  |
| Г Генераторы  | гармонических сигналов прямоугольных сигналов линейно изменяющихся сигналовсигналов специальной формы шума прочие  | ГС ГГ ГЛ ГФ ГМ ГП  |
| Д детекторы  | амплитудные импульсные частотныефазовые прочие  | ДА ДИ ДСДФ ДП  |
| Е схемы источников вто-ричного питания  | выпрямители преобразователи стабилизаторы напряжения не- прерывные стабилизаторы напряжения им- пульсные стабилизаторы тока схемы управления импульсными стабилизаторами напряжения системы источников вторичногопитания прочие  | ЕВ ЕМ ЕН ЕК ЕТ ЕУ ЕС ЕП  |
| И схемы цифровых уст- ройств  | регистры сумматоры полусумматоры счетчики шифраторы дешифраторы комбинированные арифметико-логические устрой-ства прочие  | ИР ИМ ИЛ ИЕ ИВ ИД ИК ИА ИП  |
| К  | тока коммутаторы и ключи напряженияпрочие  | КТ КНКП  |
| Л логические элементы  | И НЕ ИЛИ И-НЕ ИЛИ-НЕ И-ИЛИ И-НЕ.ИЛИ-НЕ И-ИЛИ-НЕ И-ИЛИ-НЕ.И-ИЛИ ИЛИ-НЕ.ИЛИ расширители прочие | ЛИ ЛН ЛЛ ЛА ЛЕ ЛС ЛБ ЛР ЛК ЛМ ЛД ЛП |
| М модуляторы  | амплитудные частотные фазовые импульсные прочие  | МА МС МФ МИ МП  |
| Н наборы элементов  | диодов транзисторов резисторов конденсаторов комбинированные функциональные прочие | НД НТ НР НЕ НК НФ НП |
| П преобразователи сигналов  | частоты длительности напряжения (тока) мощности уровня аналого-цифровые цифроаналоговые код-код синтезаторы частоты делители частоты аналоговые делители частоты цифровые умножители частоты аналоговыепрочие  | ПС ПД ПН ПМ ПУ ПВ ПА ПР ПЛ ПК ПЦ ПЕ ПП  |
| Р схемы Запоминающих устройств  | матрицы ОЗУ матрицы ПЗУ ОЗУ ПЗУ с возможностью однократ- ного программирования ПЗУ масочные ЗУ на основе ЦМД ПЗУ с возможностью многократ-ного электрического перепрог-раммирования ПЗУ с ультрафиолетовым стира-нием и электрической записью информации ассоциативные ЗУпрочие  | РМ РВ РУ РТ РЕ РЦ РРРФ РАРП  |
| С схемы сравнения  | амплитудные временные частотные компараторы напряжения прочие  | СК СВ СС СА СП  |
| Т триггеры  | ОЛ-триггеры КЫ-триггеры В-триггеры Т-триггеры динамические Шмитта комбинированные прочие  | ТВ ТР ТМ ТТ ТД ТЛ ТК ТП  |
| У усилители  | высокой частоты промежуточной частоты низкой частоты широкополосные импульсных сигналовповторители считывания и воспроиведения индикации постоянного тока операционные усилители дифференциальные прочие  | УВ УР УН УК УИУЕ УЛ УМ УТ УД УС УП  |
| Ф фильтры  | верхних частот нижних частот полосовые режекторные прочие  | ФВ ФН ФЕ ФР ФП  |

Первый и второй элементы совместно обозначают серию ИС, перед которой могут быть поставлены буквы, характеризующие конструкцию корпуса. Для ИС, разрабатываемых после введения ГОСТ 17467-88.2., перед обозначением серии ставится буква Н, если корпус керамический, буква Ф, если корпус пластмассовый. Буква, характеризующая корпус перед обозначением серии не ставится, если ИС выполнена в металлостеклянном или металлокерамическом корпусах. Для ИС коммерческого применения условное обозначение начинается с буквы К, а в экспортном варианте - с букв ЭК. После условного номера разработки может быть поставлена буква, если в пределах одного типа выпускаются ИС с различными электрическими параметрами.

**2.Методы контроля в производстве интегральных микросхем**

При изготовлении интегральных схем очень важным является контроль технологических процессов. Хорошо организованный контроль обеспечивает высокий процент выхода годной продукции. Успешный контроль изготовления интегральных микросхем в основном зависит от знания процесса производства и заключается в измерении и визуальной проверке основных операций технологического процесса, а также в использовании полученной информации для корректирования технологических режимов. Методы технологического контроля, используемые в производстве ИМС, можно объединить в три группы: пооперационный контроль, визуальный контроль, тестовые ИМС.
     Методы пооперационного контроля после технологических процессов эпитаксии, диффузии и других те же, что и в производстве дискретных приборов. Сюда входят измерения толщин пленок, глубин p-n - переходов, поверхностной концентрации и др., производимые на специальных контрольных образцах, помещаемых вместе с обрабатываемыми пластинами на данную операцию.
     Метод визуального контроля играет важную роль в производстве ИМС, несмотря на кажущуюся тривиальность. Он включает осмотр схем под оптическим микроскопом и использование различных средств визуализации - наблюдение термографии и др.
     Наконец, один из основных методов контроля параметров ИМС на различных технологических этапах - это применение тестовых структур. Рассмотрим более подробно два последних метода.
     Визуальный контроль. Существенные данные о состоянии пластины можно получить визуальной проверкой с помощью микроскопа с большим увеличением - от 80х до 400х. При этом выявляются такие показатели, как состояние поверхности, избыточное или недостаточное травление, изменение толщины окисного слоя, правильность перехода и др.
     Одним из наиболее опасных дефектов является пористость окисного слоя, легко обнаруживаемая при визуальной проверке схемы под микроскопом. Это -  небольшие отверстия в окисном слое, вызванные либо пылью при нанесении фоторезиста, либо повреждением фотошаблона. Если этот дефект окажется в критической точке, то последующая диффузия примеси может вызвать короткое замыкание перехода и выход из строя всей микросхемы.
     Одним из эффективных методов визуализации является использование сканирующего электронного микроскопа, позволяющего наблюдать топографический и электрический рельеф интегральной микросхемы. Это наблюдение обеспечивает неразрушающий характер контроля. Для наблюдения необходимо, чтобы поверхность микросхемы была открытой. Резкое изменение потенциала на поверхности вызывает изменение контраста изображения, формируемого вторичными электронами, и свидетельствует о разомкнутой электрической цепи или о перегретых участках. Этим методом можно легко обнаружить загрязнение перехода, частицы пыли, проколы в окисном слое и царапины на тонком слое металлизации. Нормальный градиент потенциала в резисторе можно наблюдать в виде равномерного изменения цвета от темного на одном конце резистора до светлого на другом его конце, при этом подложка имеет более высокое напряжение смещения, как это обычно бывает и интегральных микросхемах. Изображение резистора поэтому будет рельефным. Установив ряд таких изображений интегральных компонентов, соответствующих норме, можно судить на основании сравнения с этими эталонами об отклонениях и вызвавших их причинах. Увеличение энергии электронов в луче позволяет проникать в поверхностный слой для обнаружения таких дефектов, как трещины.
     Для измерения термических профилей с выявлением перегретых участков разработан инфракрасный сканирующий микроскоп. Микроскоп включает ИК- детектор с высокой разрешающей способностью, объединенный с прецизионным сканирующим и записывающим устройствами. Чувствительным элементом является пластина антимонида индия, поддерживаемая при температуре жидкого азота. Такую аппаратуру используют для оценки качества конструкции данной микросхемы в отношении рассеяния тепла и мощности. Термосканирующий прибор имеет следующие достоинства: высокая разрешающая способность-порядка 1\*10-3 мм2 , высокая чувствительность к изменению температуры - порядка 2°С, широкий температурный диапазон-от 30 до нескольких сотен градусов, высокая скорость срабатывания - единицы мкс, неразрушающее и бесконтактное измерение.
     В планарных структурах на поверхности схемы хорошо видны горячие участки, возникающие в результате наличия проколов в окисле и диффузионных каналов в полупроводнике. Отклонения от нормы обнаруживают путем сравнения с нормально функционирующими стандартами ИМС. В последние годы широкое применение получили термографические системы, основанные на использовании термочувствительных красок. Пленки из термочувствительных красок, в том числе жидких кристаллов, нанесенные на поверхность интегральной микросхемы, поставленной под нагрузку, окрашиваются в различные цвета, что позволяет, наблюдая ИМС под микроскопом, фиксировать изменение температуры с точностью до 0.5° С.
     Тестовые интегральные микросхемы. Наличие в интегральных микросхемах большого количества конструктивных элементов - по несколько сотен и тысяч пересечений проводников, переходов со слоя на слой, областей и выводов активных и пассивных компонентов, контактных площадок и др. Практически исключает 100%-ный контроль всех элементов по электрическим параметрам из-за высокой трудоемкости этой операции. В это же время необходимость такого контроля, особенно на этапе отработки и совершенствования технологии, очевидна.
     Для контроля электрических характеристик структур и качества проведения технологических операций используют специально изготовляемые или размещаемые на рабочей подложке структуры, называемые тестовыми микросхемами. Основной принцип их построения состоит в том, что тестовая микросхема по отношению к реальной должна быть изготовлена по тому же технологическому маршруту, содержать все конструктивные элементы в различных сочетаниях и обеспечивать удобство их контроля во время испытаний и оценку качества технологического процесса. Удобство контроля достигается либо последовательным, либо параллельным включением в электрическую цепь элементов микросхемы. Тестовые микросхемы состоят из набора нескольких сотен однотипных элементов-диодов, транзисторов резисторов, переходов со слоя на слой, пересечений проводников и др. с контактными площадками и такой коммутацией, которая позволяет при надобности изменить каждый элемент схемы отдельно или проконтролировать сразу группу элементов. Например, тестовая резисторная схема является последовательной схемой, содержащей 200 элементов, между которыми имеются контактные площадки. Если в реальной ИМС встречаются высокоомные и низкоомные резисторы, то делают две различные тестовые микросхемы, отображающие специфику каждого типа резисторов. Аналогичный подход используется для тестовых микросхем транзисторов и диодов.
     Наряду с тестовыми микросхемами контроль отдельных компонентов, в первую очередь диодов и транзисторов, производится с помощью тестовых кристаллов. Тестовый кристалл содержит набор изолированных элементов, встречающихся в интегральной микросхеме. Его размеры близки к размеру чипа и на пластине расположено тестовых кристаллов столько же, сколько размещается интегральных микросхем.
     Применение тестовых микросхем и кристаллов позволяет организовать эффективный технологический контроль производства ИМС и сократить трудоемкость при проведении при проведении испытаний на надежность БИС, особенно на этапе отработки технологии.
     С повышением функциональной сложности интегральных микросхем резко возрастает трудоемкость и сложность операций контроля их параметров. Практически невозможно проверить интегральную микросхему без автоматизированных контрольно-измерительных систем.

**Список используемой литературы:**

1. «Интегральные микросхемы» Справочник. Москва, издательство «Радио и связь»
2. «Справочник радиолюбителя». Киев, издательство «Технiка».