

Условные графические обозначения IGBT-транзисторов, используемые различными производителями на принципиальных схемах электронных устройств

Компания International Rectifier (IR) выпускает четыре семейства IGBT-транзисторов, ориентированных на применение в различных областях силовой электроники. Разделение по классам идет по диапазону рабочих частот. Так выделяют семейства Standart, Fast, UltraFast, Warp.

Транзисторы семейства Standart оптимизированы на применение в цепях, где необходимо малое падение напряжения на ключе и малые статические потери.

Транзисторы семейства UltraFast и Warp оптимизированы на применение в ВЧ цепях, где необходимо иметь малые динамические потери. Малая энергия переключения позволяет использовать транзисторы Warp вплоть до частот 150 кГц, а транзисторы UltraFast - до 60 кГц при приемлемом уровне динамических потерь.

Транзисторы семейства Fast являются некоторым компромиссом между рассмотренными семействами. Обладая невысоким падением напряжением и приемлемыми потерями, транзисторы Fast могут использоваться в цепях, где не требуется очень высокие скорости переключения, в схемах, где применение Standart приведет к большим динамическим потерям, а применения Warp приведет к высоким статическим потерям. По скоростям переключения сравнимы с биполярными транзисторами.

В рекомендациях по применению компания International Rectifier указывает, что в IGBT транзисторах нового поколения триггерная структура подавлена полностью.

Интегральные микросхемы

Микроэлектроника представляет собой современное направление электроники, которое охватывает проблемы, связанные с исследованием, разработкой, изготовлением и применением микроэлектронных устройств, т.е. электронных изделий с высокой степенью микроминиатюризации.

Главная особенность микроэлектроники – отказ от применения дискретных электрорадиодеталей. Вместо отдельных диодов, транзисторов, резисторов и др. в микроэлектронике используется принцип интеграции, т.е. объединения всех элементов и соединяющих их проводников в едином групповом технологическом процессе изготовления функциональных узлов и устройств микроэлектронной аппаратуры. Эти изделия микроэлектроники носят название интегральных микросхем.

Интегральная микросхема (ИМС) выполняет определенную функцию преобразования сигнала и представляет собой единое целое с точки зрения изготовления, упаковки, транспортировки и эксплуатации. Все ее элементы и соединительные проводники формируются в процессе изготовления в микрообъеме твердого тела – полупроводникового кристалла – или на поверхности подложки и имеют общую герметизацию и защиту от внешних механических воздействий и влаги. Количество элементов, или степень интеграции, в микросхеме может составлять тысячи и сотни тысяч в одном кристалле.

Основные направления микроэлектроники: интегральные микросхемы, функциональная микроэлектроника и конструктивно-вспомогательные изделия в микроминиатюрном исполнении. Важным разделом функциональной микроэлектроники стала оптоэлектроника.

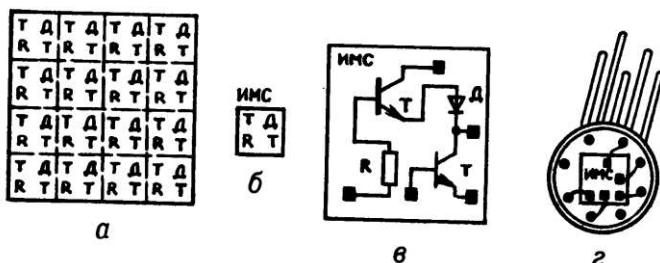


Рис. 5.2. Иллюстрация группового метода изготовления полупроводниковых интегральных микросхем: а — полупроводниковая пластина с элементами большого числа ИМС; б — отдельный кристалл ИМС после разрезания пластины; в — электрическая схема соединения элементов ИМС; г — ИМС в корпусе с при соединенными внешними выводами и снятой крышкой

Групповой метод изготовления полупроводниковых ИМС заключается в том, на небольшой пластине полупроводника (диаметром до 40 мм) одновременно формируется несколько сотен микросхем.

Пластину разрезают на части, в каждой из которых получается микросхема в виде кристалла, содержащего комплекс элементов и их соединений в соответствии с требуемой электрической схемой изделия.

Каждый такой кристалл помещают в герметичный корпус и соединяют его контактные площадки с внешними выводами корпуса.

Кристаллом в полупроводниковой технике принято называть готовый полупроводниковый прибор (транзистор, диод) или микросхему без внешних выводов и корпуса.

ИМС содержит элементы и компоненты.

Элементом ИМС называют его часть, которая выполняет функцию какого-либо одного радиоэлемента, например транзистора, диода, резистора и не может быть отделена от ИМС как самостоятельное изделие, т.к. он изготавливается неразрывно с кристаллом ИМС.

Компонентом ИМС называют часть микросхемы, выполняющую функцию какого-либо радиоэлемента, но эта часть перед монтажом является самостоятельным комплектующим изделием в специальной упаковке и может быть установлена в изготовленную ИМС. Компонент в принципе может быть выделен из изготовленной ИМС (например, бескорпусный транзистор в гибридной микросхеме).

Функциональная сложность схемы характеризуется степенью интеграции.

Степень интеграции микросхемы — это показатель сложности ИМС, определяемый числом содержащихся в ней элементов и компонентов. Суммарное число элементов и компонентов N , входящих в ИМС, называют уровнем интеграции.

$$k = \lg N$$

ИМС первой степени интеграции содержит до 10 элементов и компонентов. Второй степени — от 11 до 100, третьей степени — от 101 до 1000, четвертой — от 1001 до 10000 и т.д.

Сложность ИМС характеризуют еще следующим образом:

$N \leq 10$ ($k \leq 1$) — простая ИМС;

При N от 11 до 100 — средняя ИМС;

При N от 101 до 10000 — БИС;

При $N > 1000$ ($k > 4$) — СБИС.

Элементы любых электронных схем делят на активные и пассивные.

Активным элементом называют элемент, обладающий свойством преобразования электрической энергии — выпрямления, усиления, генерирования, управления. К ним относятся, например диоды, транзисторы и т.д.

Пассивными элементами являются резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности.

Классификация ИМС

По конструктивно-технологическому принципу ИМС могут быть полупроводниковыми, пленочными, гибридными и совмещенными.

Полупроводниковая микросхема – это ИМС, все активные и пассивные элементы которой и межэлементные соединения выполнены в объеме и на поверхности монокристалла полупроводника. Кристалл полупроводника, в котором формируются элементы, называется активной подложкой.

В полупроводниковых ИМС в качестве исходного материала используется кристалл кремния. Изготовление полупроводниковой микросхемы сводится к образованию системы электронно-дырочных переходов в кристалле кремния. Размеры участка кристалла, занимаемого одним элементом, измеряются микрометрами, а площадь одной микросхемы – единицами и долями квадратного миллиметра.

Готовый кристалл с созданными элементами и соединениями представляют собой монолитную структуру, которая после присоединения к ней внешних выводов и герметизации может быть использована в качестве блока электронной аппаратуры.

Пленочной интегральной микросхемой называют ИМС, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены только в виде пленок различных материалов, нанесенных на общее основание. По технологии изготовления различают тонкопленочные и толстопленочные ИМС. ИМС с толщиной пленок до 1 мкм относятся к тонкопленочным, а микросхемы с толщиной пленок более 1 мкм – к толстопленочным. Пленки наносятся на диэлектрическую подложку, называемую пассивной (стекло, керамика, пластмасса).

Пленочные интегральные микросхемы содержат обычно только пассивные элементы. Пассивные пленочные ИМС как самостоятельные изделия не получили широкого применения.

Гибридная интегральная микросхема представляет собой ИМС, в составе которой имеются пленочные пассивные элементы, выполненные на диэлектрической подложке, и навесные микроминиатюрные активные компоненты, изготовленные как дискретные транзисторы и диоды (обычно в бескорпусном исполнении) и вмонтированы в подложку. В составе гибридных микросхем могут быть не только простые навесные компоненты (транзисторы и диоды), но и сложные – бескорпусные ИМС.

Совмещенная интегральная микросхема – это ИМС, в которой активные элементы выполнены в кристалле полупроводника, а пассивные элементы и соединения – в виде пленок. При этом используются два способа сочетания технологии полупроводниковых и пленочных микросхем.

По способу герметизации для защиты от внешних воздействий различают корпусные ИМС, помещенные в специальный корпус или опрессованные в пластмассу и бескорпусные – покрытые эпоксидным защитным лаком.

По функциональному назначению ИМС делятся на аналоговые, цифровые и комбинированные – аналого-цифровые.

Аналоговые (линейные) ИМС предназначены для генерирования и усиления гармонических сигналов, а также для детектирования, модулирования и т.д.

Цифровые (логические) ИМС используются для цифровой обработки информации, т.е. электрических сигналов, соответствующих двоичному или другому цифровому коду в вычислительной технике, цифровых измерительных приборах, устройствах автоматики.

По выполняемой функции все микросхемы подразделяются на подгруппы - усилители, генераторы, фильтры, детекторы, логические элементы и др. Каждую подгруппу делят на виды – усилители низкой частоты, усилители высокой частоты, усилители постоянного тока и т.д.