



Рис. 2.18. Структурная схема оптопары

В оптических каналах используются полимерные оптические клен и лаки, незатвердевающие вазелиноподобные и каучукоподобные оптические среды, а также волоконно-оптические световоды. В качестве фотоприемников в оптопарах применяются фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. В зависимости от типа фотоприемника различают резисторные, диодные, транзисторные и тиристорные оптопары.

Оптоэлектронные интегральные микросхемы состоят из одной или нескольких оптопар и электрически соединенных с ними одного или нескольких согласующих или усилительных устройств.

Проблемы комплексной микроминиатюризации РЭА ускоряют развитие оптоэлектроники. В ряде случаев оптопара успешно используется вместо импульсных трансформаторов, реле, переключателей, переменных резисторов и потенциометров, а также других радиокомпонентов, имеющих механически перемещающиеся детали и плохую физическую и конструктивно-технологическую совместимость с полупроводниковыми и микроэлектронными приборами.

2.6. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ АКТИВНЫЕ И ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Интегральными микросхемами (ИМС) называют функциональные узлы РЭА, изготовленные методом интегральной технологии, при которой совмещаются процессы изготовления входящих в узел элементов и процессы объединения их в функциональную конструктивно завершенную структуру.

По технологии изготовления интегральные микросхемы делятся на полупроводниковые, пленочные и гибридные.

Элементы полупроводниковых ИМС. Полупроводниковыми называют такие интегральные микросхемы, в которых все элементы и межэлементные соединения выполнены в объеме полупроводника.

Активные и пассивные элементы полупроводниковых ИМС могут быть реализованы на основе биполярной транзисторной структуры (рис. 2.19, а). Выводы эмит-

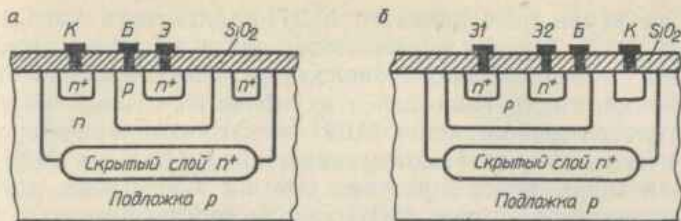


Рис. 2.19. Структура биполярных одноэмиттерного (а) и многоэмиттерного (б) транзисторов полупроводниковых ИМС

тера Э, коллектора К и базы Б лежат в одной плоскости с выводами других элементов. Такая конструкция называется планарной. При планарной конструкции увеличивается длина пути протекания коллекторного тока и, следовательно, сопротивление этому току, что отрицательно сказывается на ряде параметров транзистора. Для уменьшения сопротивления коллекторной области в ней создают низкоомный скрытый слой n^+ -типа.

Иногда применяются БТ с двумя и более эмиттерами при одной общей базе и общем коллекторе (рис. 2.19, б). Такие транзисторы называют многоэмиттерными.

Интегральные БТ могут работать на частотах до 1 ГГц. Максимальные значения коллекторного тока и коллекторного напряжения не превышают соответственно 50 мА и 40 В, а обратные токи ЭДП составляют менее 10 нА. Коэффициент передачи тока базы чаще всего лежит в пределах от 20 до 50.

Диоды полупроводниковых ИМС также выполняются на основе биполярной транзисторной структуры, в которой используется p -область и одна из n -областей. Другая n -область либо не используется, либо соединяется электрически с p -областью или первой n -областью (рис. 2.20, а). Таким образом удается получить диоды с различным быстродействием и различными пробивными напряжениями.

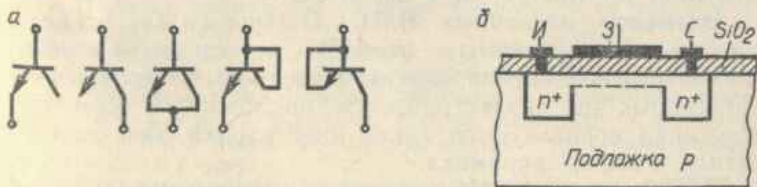


Рис. 2.20. Электрические схемы диодов на основе транзисторных структур (а) и структура МДП-транзистора (б) полупроводниковых ИМС

Структура интегрального МДП-транзистора дана на рис. 2.20, б. Так как электропроводности областей стока, канала и истока противоположны электропроводности подложки, то на границах этих областей с подложкой образуются изолирующие ЭДП, исключаяющие дополнительную изоляцию. Поэтому технология ИМС на МДП-транзисторах более простая, чем на БТ. Кроме того, площадь, занимаемая МДП-транзистором, значительно меньше площади БТ. Это позволяет в МДП-транзисторах получить большую плотность размещения элементов на подложке.

Из-за больших междуэлектродных емкостей рабочая частота интегральных МДП-транзисторов не превышает 10 МГц. Максимальные значения тока и напряжения стока не выше 10 мА и 30 В соответственно, а входное сопротивление постоянному току составляет десятки мегаом.

В качестве конденсаторов полупроводниковых ИМС обычно используют емкости обратно смещенных ЭДП (обычно коллекторный переход транзисторной структуры). Емкость такого конденсатора не превышает 100 пФ, добротность — не более 10, допуск — до 30 %, ТКС — до $10^{-3}/^{\circ}\text{C}$. Лучшими параметрами обладают МДП-конденсаторы, в которых в качестве одной (нижней) обкладки используется эмиттерная область транзисторной структуры, а в качестве второй (верхней) — металлическая пленка, отделенная от первой обкладки диэлектрической пленкой оксида кремния.

В полупроводниковых ИМС резистором может служить одна из областей биполярной транзисторной структуры (диффузионные резисторы) или канал МДП-транзистора. Диффузионные резисторы, использующие базовую область транзисторной структуры, имеют сопротивление от 100 Ом до 20 кОм. Резисторы, использующие эмиттерную область, являются низкоомными: их сопротивление составляют от 2 до 30 Ом.

Элементы пленочных ИМС. Пленочные интегральные микросхемы — это ИМС, все элементы и межэлементные соединения которых выполнены в виде пленок, нанесенных на диэлектрическую подложку. В качестве подложки используются такие диэлектрики, как стекло, ситалл, сапфир, керамика.

В современных ИМС широко применяются пленочные пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, иногда катушки индуктивности, а также пленочные проводники,

осуществляющие связь между элементами. Технология производства пока не позволяет создавать пленочные активные элементы с приемлемыми параметрами.

Пленочный конденсатор имеет структуру металл — диэлектрик — металл. Такая структура получается путем последовательного напыления на диэлектрическую подложку трех тонких пленок: проводящей, диэлектрической и снова проводящей. Емкость пленочного конденсатора достигает 500 пФ при допуске (5...10) %, добротность — до 100, ТКС — до $10^{-4}/^{\circ}\text{C}$.

Пленочный резистор представляет собой токопроводящую дорожку из пленки высокоомного металла или сплава, нанесенной на диэлектрическую подложку. Сопротивление пленочного резистора может составлять несколько десятков килоом.

Индуктивные элементы с индуктивностью до 20 мкГн выполняются в виде плоских многовитковых спиралей. Добротность таких индуктивных элементов не превышает 50, поэтому они применяются редко.

Элементы гибридных ИМС. Гибридными интегральными микросхемами называют ИМС, у которых пассивные элементы выполнены пленками на поверхности диэлектрической подложки, а активные элементы размещены над ней в виде дискретных навесных деталей (компонентов). В качестве активных элементов гибридных ИМС могут служить бескорпусные полупроводниковые интегральные микросхемы. Такую сложную гибридную микросхему называют микросборкой.

Контрольные вопросы и задания

1. Изобразите на одном графике ВАХ германиевого и кремниевого выпрямительных диодов. Чем вызваны отличия прямых и обратных ветвей этих характеристик?

2. Чем ограничивается частотный диапазон полупроводниковых диодов? Каким образом его можно увеличить?

3. На использовании какого явления основана работа варикапа?

4. Поясните принцип стабилизации напряжения на нагрузке с помощью стабилитрона.

5. Назовите основные параметры кремниевых стабилитронов и стабилиторов. Какие из них можно определить по ВАХ?

6. Изобразите схемы включения биполярных транзисторов типов $p-n-p$ и $n-p-n$ в режимах отсечки, насыщения и активном. В каком из этих режимов возможно эффективное управление коллекторным током и почему?

7. Как определяются h -параметры по статическим гибридным характеристикам транзистора?

8. В чем отличия между динистором и диаком и между тринистором и триаком?