

Тема 19. Интегральные схемы микроэлектроники

1. Основные параметры больших интегральных схем

Развитие электроники определило совершенствование характеристик элементной базы и аппаратуры в производстве в следующих направлениях:

- уменьшение габаритов и массы (миниатюризация);
- повышение надежности за счет сокращения соединительных линий, совершенствования контактных узлов и взаимного резервирования элементов;
- уменьшение потребляемой мощности;
- усложнение задач и соответствующих им схемных решений при одновременном удешевлении каждого отдельного элемента.

Существенные изменения в полупроводниковой технике связаны, во-первых, с переходом к интегральным микросхемам (ИМС) и, во-вторых, с переходом к большим интегральным схемам (БИС).

Интегральной называют микросхему с определенным функциональным назначением, изготавливаемую не сборкой и распайкой отдельных активных и пассивных элементов, а целиком, в едином технологическом процессе.

Примерами интегральных схем могут служить усилители различных сигналов, логические схемы вычислительной техники, генераторы синусоидальных, импульсных или пилообразных напряжений, триггеры, изготовленные как единое целое в объеме одного полупроводникового кристалла или в тонких пленках. Эти схемы обычно дополняют навесными компонентами.

К пассивным элементам электронных схем относят резисторы, конденсаторы, индуктивные катушки, трансформаторы, а к активным диоды, транзисторы, тиристоры и др.

Интегральные микросхемы содержат десятки и сотни пассивных и активных элементов. Показатель степени сложности микросхемы характеризуется числом содержащихся в ней элементов и компонентов.

Большие интегральные схемы также изготавливают в объеме одного кристалла. Они характеризуются большей сложностью и служат в качестве отдельных блоков электронной аппаратуры, например запоминающего устройства, процессора и т. д.

Степень и характер интеграции элементов микросхем определяются, прежде всего, уровнем технологии.

2. Элементы микросхем

Основой элементов микросхем служит $p-n$ -переход, который можно формировать различными методами нанотехнологий в микрообластях кристалла. Он выполняет роль вентиля (диода), несколько $p-n$ -переходов служат транзисторами, тиристорами, фотоприборами и т. д. Запертый обратным постоянным напряжением $p-n$ -переход выполняет роль конденсатора, обратное сопротивление $p-n$ -перехода играет роль высокоомного резистора. В качестве небольших сопротивлений используют просто участки слаболегированного кристалла кремния, от которых делают контактные выводы. Трудную задачу получения катушек индуктивности преодолевают разными конструктивными решениями.

Многослойные структуры с несколькими $p-n$ -переходами получают, повторяя процессы: окисление, диффузию донорных и акцепторных примесей в микрообластях кристалла, формирование масок. Сложные микросхемы требуют снятия и по-

Сформированную МС покрывают пленкой оксида кремния SiO_2 , в которой вытравливают окна для золотых контактов. Кроме внутриэлементных (C , VD , VT , R) соединений, напыляют контактные площадки для подвода питания, входных U_{BX} и выходных U_{BbIX} сигналов. Контактные площадки соединяют с внешними выводами с помощью тонких золотых выводов-вводов.

3. Классификация интегральных схем

Толсто пленочные микросхемы превышают по толщине 1 мкм, наносятся на специальное полированное стекло, кварцевые и керамические пластины методом трафаретной печати. Толщина подложки 1 мм, ширина и длина - несколько сантиметров. Микросхемы применяют в устройствах, требующих большой точности. Как и гибридные, толсто пленочные МС помещают в герметичные корпуса или заливают компаундом.

Имеется еще много различных материалов, из которых нанотехнология позволяет изготовить основные элементы «обычных» схем и логические элементы микро-ЭВМ с высокой степенью их концентрации и надежности, т. е. БИСы.

На рис. 19.2 показана общая технология формирования микросхемы (МС) на завершающем этапе независимо от технологий ее изготовления: гибридные тонкопленочные или толстопленочные; полупроводниковые (на кристаллах), выделяемые в подгруппу совмещенных интегральных схем, совместно с пленочными.

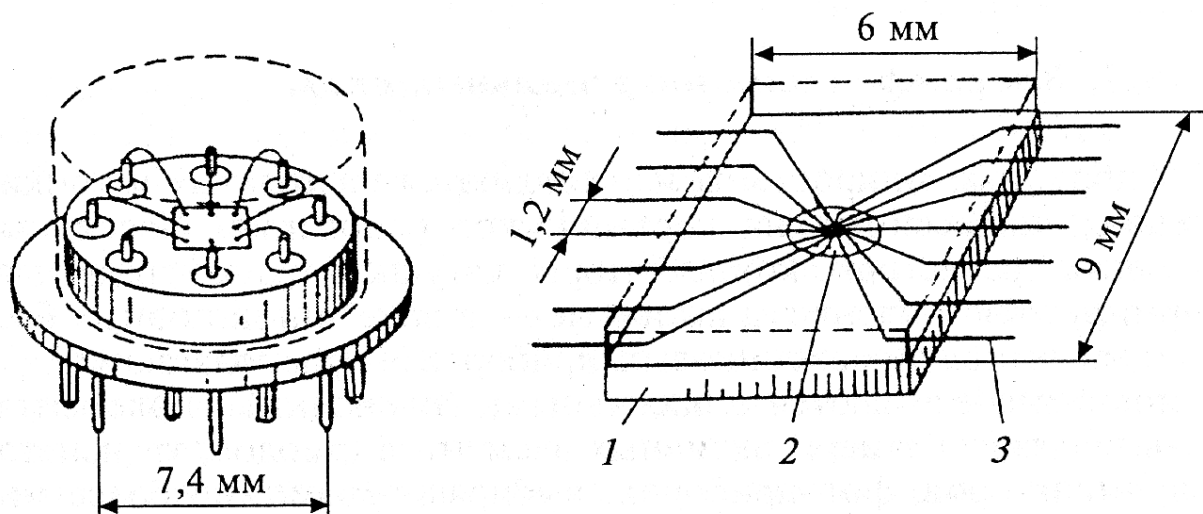


Рис. 19.2. Монтаж интегральных схем:
а — в круглом корпусе; б — в плоском корпусе;
1 — керамика; 2 — контактные площадки; 3 — выводы

Важным признаком МС служит степень интеграции:

- 1 - 10 логических элементов - малая степень;
- 10 - 100 логических элементов - средняя степень;
- 100 и выше - большая степень интеграции, БИСы.

Кроме того, МС разделяются на логические и линейные.

Первые используются в ЦЭВМ, схемах автоматики и электроники, для построения запоминающих устройств и логических блоков. Линейные - для построения аналого-цифровых преобразователей, усилителей сигналов, генераторов НЧ и ВЧ.

Особенно велико значение интегральных микросхем для дальнейшего развития вычислительной техники, автоматики, телевизионной техники, систем управления технологическими процессами, вплоть до расширения объемов памяти человека и создания искусственного интеллекта.

Маркировка МС осуществляется в соответствии с ГОСТом и отображает некоторые характерные особенности схем. Она включает в себя три элемента: принадлежность к ИМС обозначают индексом К; второй элемент определяет технологическую разновидность: цифрами 2, 4, 6, 8 - гибридные, цифрами 1, 3, 5, 7 - полупроводниковые; третий элемент маркировки - двузначное число - номер серии, указывающий функциональную принадлежность микросхемы.

4. Монтаж интегральных схем

На рис. 19.2 показан окончательный этап формирования интегральных схем разной конструкции. Для повышения прочности соединения и уменьшения переходного сопротивления между контактной площадкой и проволокой применяют термокомпрессионную (нагрев и давление) или ультразвуковую сварку.

После выполнения проволочных соединений схемы герметизируют, заливая компаундами на основе эпоксидных или кремнийорганических смол.

Корпуса интегральных микросхем изготавливают из металлических сплавов, стекла, керамики и различных пластмасс, обладающих механической и электрической прочностью, коррозионной стойкостью и не вызывающих химического загрязнения кристалла микросхемы.

Контрольные вопросы

1. Какие элементы микросхемы нельзя получить с помощью $p-n$ -перехода?
2. Каким образом формируются транзисторы в «карманах» микросхем?
3. Как соединяют элементы микросхем между собой?
4. С какой целью при изготовлении микросхемы напыляют контактные площадки?
5. Каким образом герметизированную микросхему соединяют с источником питания и другими внешними устройствами?
6. Какие микросхемы называют совмещенными?
7. К какой степени интеграции относятся ИМС, содержащие 500 логических элементов?
8. Как различают ИМС по названию?
9. В маркировке ИМС после буквы «К» стоит четная цифра 2, 4, 6 или 8. Какая это разновидность ИМС?
10. В каких областях техники применение ИМС особенно эффективно?