

2.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. АНАЛИЗ ТОПОЛОГИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Цель работы: Приобретение навыков работы с микроскопом. Приобретение навыков распознавания элементов топологии полупроводниковой интегральной микросхемы и восстановления схемы электрической принципиальной.

Задание по лабораторной работе

Часть 1. Пользуясь микроскопом, выполнить эскиз поверхности кристалла полупроводниковой интегральной схемы. Указать на нем, где на поверхности кристалла находятся транзисторы, диоды и резисторы. – 2 часа.

Часть 2. Пользуясь эскизом, восстановить принципиальную электрическую схему устройства, реализованного на кристалле. – 2 часа.

Часть 3. Оформление отчета. Он должен содержать эскиз топологии интегральной микросхемы, а также восстановленную схему. – 2 часа.

Теоретическая часть

В настоящее время среди всех видов ИС широкое распространение и применение нашли полупроводниковые ИС.в наибольшей степени обладающие свойствами технологичности и пригодности для организации массового производства.

Предлагаемая для изучения ИС произведена по так называемому *EPIC*-технологическому процессу (*EPIC — Epitaxial Passivated Integrated Circuit*) с диэлектрической изоляцией ее элементов другот друга, последовательность технологических операций которого представлена на рис. 2.1.1.

1. В качестве исходного материала используют пластину монокристаллического кремния *n*-типа проводимости (рис. 2.1.1, а), на поверхности которой создают сильно легированный *n*⁺-слой(рис. 2.1.1, б).

2. На поверхности пластины формируют слой диоксида кремния SiO_2 (рис. 2.1.1, в).

3. Слой диоксида кремния стравливают со всех участков, лежащих вне выбранных изолированных областей (рис. 2.1.1, г).

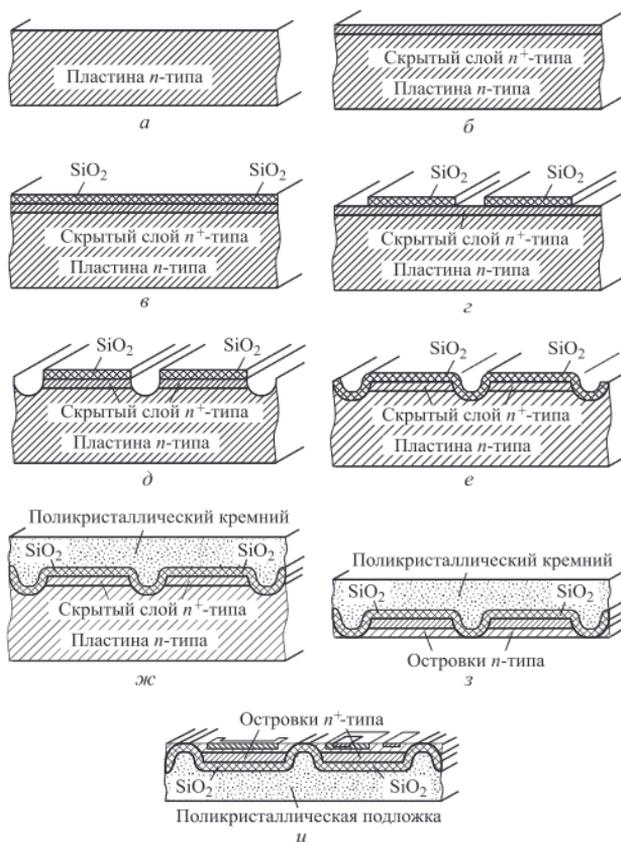


Рис. 2.1.1. Процесс производства ИС по технологии с диэлектрической изоляцией элементов

4. В пластине вытравливают канавки, окружающие изолированные области (рис. 2.1.1. д).

5. Поверх кремниевой пластины, включая наружную поверхность канавок, вновь формируют слой диоксида кремния (рис. 2.1.1, е).

6. Поверх слоя диоксида кремния формируют слой поликристаллического кремния толщиной порядка 150 мкм, который также заполняет канавки. Этот слой обладает необходимой механической прочностью и стабильностью размеров (рис. 2.1.1, ж).

7. Монокристаллический кремний сошлифовывают и стравливают до появления слоя диоксида. Таким образом удаляют излишний высокоомный материал подложки (рис. 2.1.1, з), в результате чего образуются разделенные слоем диоксида островки монокристаллического кремния, в которых в дальнейшем и будут сформированы элементы ИС.

8. Пластины переворачивают и далее обрабатывают по обычной планарно-эпитаксиальной технологии, формируя элементы ИС межэлементные электрические связи (межсоединения) между ними (рис. 2.1.1. и).

Порядок выполнения практической части

1. Полученный у преподавателя образец ИС (в кассете) устанавливается на предметный столик микроскопа. Отрегулировав освещение и резкость, следует добиться четкого изображения межсоединений на поверхности кристалла ИС.

2. Кассета с образцом ИС устанавливается на подставку, обеспечивающую наклон кристалла к плоскости предметного столика микроскопа на угол 30° . В результате регулировки резкости должна контрастно просматриваться зона кристалла с элементами ИС. При перемещении тубуса микроскопа вверх-вниз соответственно перемещается и зона резкости по кристаллу, что позволяет четко различать отдельные области и элементы ИС в целом.

3. Далее выполняется эскиз топологии кристалла. При этом необходимо определить места расположения металлических контактов в отдельных областях элементов ИС. На эскизе межсоединений эти контакты можно обозначить точками, указав их назначение (Э, Б, К — для транзисторов; А, К — для диодов).

4. Составляется эскиз соединений между элементами кристалла, включая его периферийные контактные (монтажные) площадки. Проводники (независимо от их ширины) можно изображать простыми линиями. Основываясь на стандартной оцифровке внешних выводов корпуса ИС, периферийные контактные площадки нумеруются.

5. Составьте эскизы топологии отдельных элементов ИС (транзисторов, многоэмиттерного транзистора, диода и резисторов).

6. Следующий шаг — восстановление по топологии схемы электрической принципиальной. Далее ее можно сравнить с реальной схемой.

7. Используя принципиальную электрическую схему ИС следует нанести на эскиз топологии кристалла соответствующие обозначения элементов (VT1, VT2, VD1, ..., R1, R2, ...).

8. На кристалле необходимо найти знаки совмещения. Нарисуйте их эскиз и укажите их принадлежность к тому или иному топологическому слою (коллекторному, базовому и т. д.), определив тем самым последовательность их применения.

9. Оформите отчет.

Содержание отчета

1. Эскиз топологии кристалла ИС с указанием межсоединений между отдельными ее элементами и обозначением контактов, их назначения, а также элементов ИС в соответствии с ее принципиальной электрической схемой.

2. Эскизы топологий отдельных элементов ИС (многоэмиттерного транзистора, транзисторов, диода и резисторов) с обозначением областей каждого элемента.

3. Эскизы знаков совмещения с обозначением топологического слоя для каждого знака.

4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Назовите топологические слои изученной ИС в порядке их формирования?
2. Как осуществляется изоляция межсоединений от поверхности кристалла и элементов друг от друга в поверхностном слое кристалла?
3. Какими факторами ограничены минимальные размеры периферийных (монтажных) контактных площадок?
4. Для чего служат знаки совмещения и в какой последовательности они формируются и используются?
5. Как топологически преобразовать транзистор в диод?
6. С какой целью резисторам в отдельных случаях придают форму «меандра»?