

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.1
ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА

Цель работы: Получение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода.

1. Краткое теоретическое введение

1.1. По своим электрическим свойствам тела делятся на металлы, полупроводники и диэлектрики. Хорошая проводимость и низкое удельное сопротивление металлов ($\rho = 10^{-6} - 10^{-8}$ Ом·м) обусловлены высокой концентрацией свободных электронов. В изоляторах концентрация свободных электронов мала и удельное сопротивление составляет $\rho = 10^8 - 10^{13}$ Ом·м. Между металлом и изолятором находятся вещества, обладающие промежуточными свойствами, для которых $\rho = 10^{-5} - 10^8$ Ом·м. Эти вещества называются полупроводниками.

Полупроводниками являются бор, углерод, кремний, фосфор, сера, германий, мышьяк, селен, олово, сурьма, теллур, йод. В полупроводниках, так же как и в металлах, прохождение электрического тока не сопровождается какими-либо химическими изменениями.

1.2. Выпрямителем называется устройство, сопротивление которого зависит от величины и направления приложенного к нему напряжения, что позволяет использовать его для преобразования переменного тока в постоянный. Наиболее распространенными являются германиевые, кремневые, селеновые, медно-закисные выпрямители. Два последних типа относятся к категории так называемых полупроводниковых вентилях, выпрямление у которых происходит на границе полупроводника с одним из электродов.

При этом наиболее эффективное выпрямление имеет место лишь в том случае, когда в выпрямляющем контакте образуется очень тонкий слой с резко повышенным сопротивлением, так называемый запирающий слой.

У германиевых и кремниевых выпрямителей, в отличие от вентилях, выпрямление имеет место на границе двух областей проводника с разными типами проводимости – *p* - *n* - перехода.

Рассмотрим процессы возникновения запирающего слоя и его изменение во внешнем электрическом поле.

При соприкосновении металла с дырочным полупроводником на границе раздела возникает контактная разность потенциалов, обусловленная различными работами выхода электронов из этих тел. Эта разность потенциалов препятствует дальнейшему переходу электронов через контакт, и в контакте образуется двойной электрический слой, причем в металле за счет большей концентрации свободных электронов заряд сосредотачивается на поверхности (в пределах нескольких атомных слоев), а в полупроводнике, вследствие малой концентрации свободных электронов, заряд распространяется на большее расстояние. Концентрация дырок в контрольном слое полупроводника за счет рекомбинации с электронами, приходящими из металла, оказывается много меньше, чем в глубине полупроводника. Этот слой, обедненный носителями заряда (дырками) и называют запирающим.

Если теперь к такому контакту приложить внешнюю разность потенциалов так, чтобы ток шел от металла к полупроводнику (т. е. плюс на металл, минус на полупроводник), то дырки будут уходить в глубь полупроводника, область запирающего слоя будет увеличиваться и сопротивление его возрастет. Ток $I_{об}$, проходящий при этом через контакт, будет незначительным. Такое направление тока называется запирающим, или обратным.

Если изменить полярность внешней разности потенциалов (т. е. минус на металле, плюс на полупроводнике), то дырки из полупроводника, а электроны из металла начнут перемещаться к контакту. Запирающий слой за счет притока носителей заряда уменьшит свое сопротивление, и через контакт пойдет большой ток $I_{пр}$. Это направление тока называется пропускным, или прямым.

На рис. 1.1 изображена типичная зависимость тока в выпрямителе от приложенного к нему напряжения. Она называется вольт-амперной характеристикой выпрямителя.

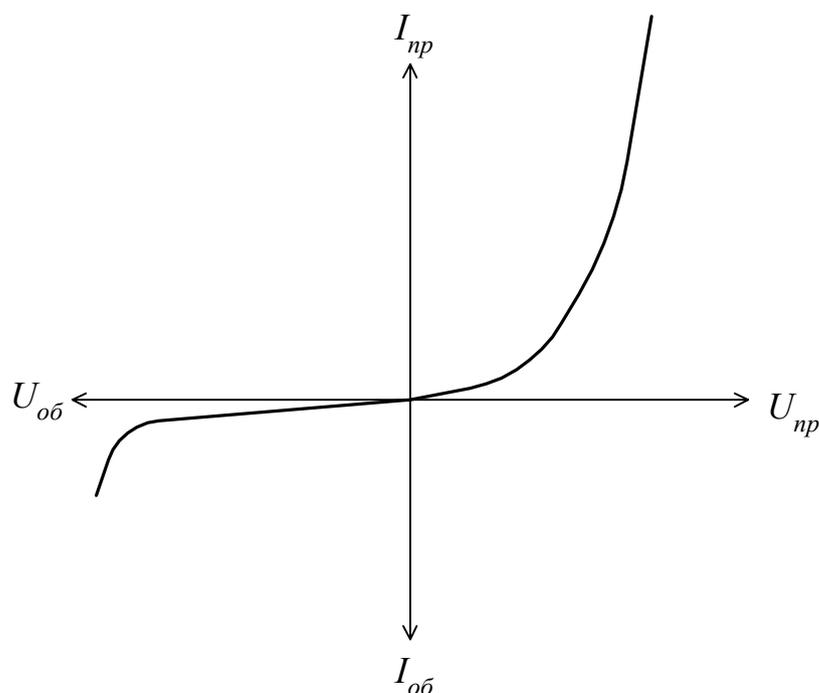


Рис. 1.1. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода

Свойства выпрямителя часто характеризуются коэффициентом, равном отношению прямого тока I_{np} к обратному $I_{об}$, измеренных при одинаковых по величине напряжениях, приложенных к выпрямителю: $k = I_{np} / I_{об}$.

Рассмотрим устройство селенового выпрямителя, схематический разрез которого представлен на рис. 1.2. Он образован двумя электродами, выполненными из различных металлов, и тонким слое кристаллического селена, заключенного между ними. Одним из электродов является железная шайба 1, покрытая слоем никеля 2. Она называется контактным электродом, второй электрод 4 представляет собой тонкий слой, например, тройного сплава легкоплавких металлов: кадмий, висмут, олово. Он называется вентильным электродом. В контакте вентильного электрода и слоя селена 5 возникает запирающий слой 3. На границе слоя селена с контактным электродом выпрямление практически отсутствует. Роль этого электрода заключается в осуществлении хорошего контакта со слоем селена. На один выпрямляющий элемент можно подать напряжение не более 20-25 В. Для выпрямления более высоких напряжений элементы собираются последовательно.

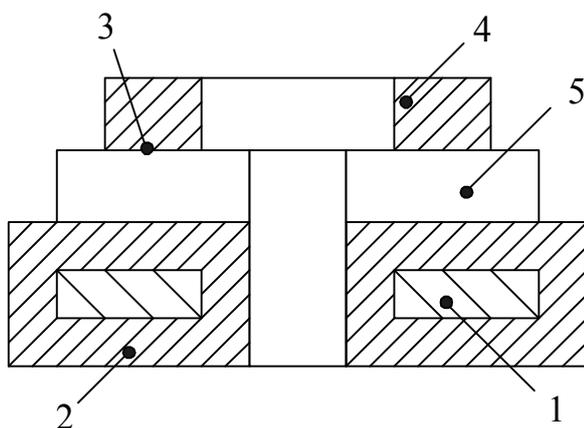


Рис. 1.2. Устройство полупроводникового диода

2. Лабораторная установка

2.1. Принадлежности: диод, миллиамперметр, микроамперметр, вольтметр, потенциометр, двухполюсный переключатель $T_{1,2}$, однополюсный ключ T_3 , РИП (регулируемый источник питания).

2.2. Описание схемы.

Вольт-амперной характеристикой называется зависимость силы тока, протекающего через проводник, от напряжения. Для снятия вольт-амперной характеристики диода собирают следующую схему (рис. 2.1). Однополюсный ключ T_3 , двухполюсный переключатель $T_{1,2}$ дают возможность менять направление тока через диод. Величина прямого тока измеряется миллиамперметром mA, а обратного - микроамперметром μA . Напряжение измеряется вольтметром V. График зависимости прямого (обратного) тока от напряжения на вольтметре V даст вольт-амперную характеристику диода.

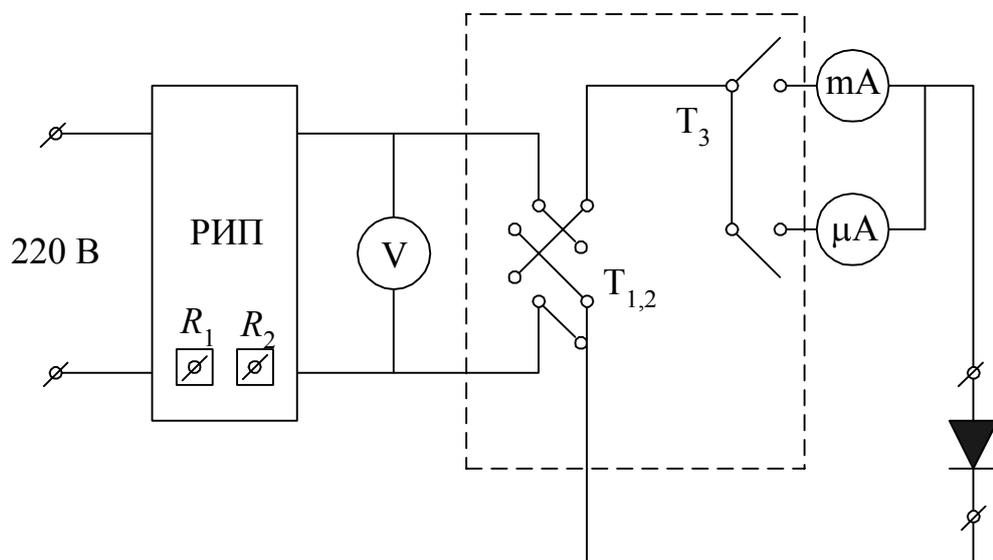


Рис. 2.1. Блок - схема установки

2.3. Подготовка к работе.

1. Выведите потенциометр в нулевое положение (т. е. поверните ручку регулятора против часовой стрелки до упора).
2. Подсоедините к установке соответствующие измерительные приборы, соблюдая полярность.
3. Проверьте полярность на используемом диоде.
4. Определите цену деления приборов.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Включите в сеть питания установку и прибор μA , т. к. он имеет индикацию лучом света. Затем включите тумблер "сеть", загорится контрольная лампа. Прибор готов к измерению.

3.2. Переведите тумблер в положение «ПР» (измерение прямого тока I_{np}). В этот момент работают приборы mA и V.

3.3. Изучите зависимость прямого тока I_{np} от напряжения U_{np} , изменяя напряжение от 0 до 4,5 В (через каждые 0,2 В).

3.4. Переведите тумблер в положение «Обр» (измерение обратного тока $I_{об}$). В этот момент работают приборы μA и V.

3.5. Изучите зависимость обратного тока $I_{об}$ от напряжения $U_{об}$, изменяя напряжение от 0 до 4,5 В (через каждые 0,2 В).

3.6. Результаты измерений занесите в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

№ опыта	U_{np} , В	I_{np} , mA	$U_{об}$, В	$I_{об}$, μA

3.6. Постройте вольт-амперную характеристику для диода (рис. 1.1), откладывая по оси абсцисс значения напряжения, а по оси ординат значения силы тока. Прямые напряжения и токи откладываются на положительных полуосях, а обратные напряжения и токи - на отрицательных.

4. Вопросы для самопроверки

1. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

2. Явления в контактах полупроводников..
3. Устройство и принцип действия полупроводникового диода.
4. Применение полупроводникового диода.

ИЗУЧЕНИЕ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА

Цель работы: Изучить устройство и принцип действия биполярного транзистора. Определить статистические характеристики и параметры биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.

1. Краткое теоретическое введение

1.1 Устройство и принцип действия транзистора

Транзистором называется полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и коммутации электрических сигналов и снабженный тремя контактными выводами. Различают два вида транзистора: биполярный и полевой. В данной работе исследуется биполярный транзистор (рис. 1.1). Он основан на использовании двух *p-n* переходов, включенных во взаимно противоположных направлениях.