

УДК 621.38

РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ДИОДОВ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИМЕНЕНИЕ

Коршак В.Е.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.

Диод является наиболее широко используемым полупроводниковым устройством в схемах электроники. Это двух контактный электрический обратный клапан, который пропускает ток в одном направлении. В основном они состоят из кремния, но также используется германий. Обычно их используют для ректификации. Но есть разные свойства и характеристики диодов, которые можно использовать для разных целей. Эти характеристики изменены для формирования диодов разных типов. В настоящее время доступно несколько различных типов диодов с разными свойствами (рис 1).



Рисунок 1 – Разнообразие диодов и некоторых других элементов

Рассмотрим некоторые из различных типов диодов их свойства и области применения:

р-п-переходный диод

Диод с р-п-переходом изготовлен из полупроводникового материала. Он состоит из двух слоев полупроводников. Один слой легирован материалом р-типа, а другой слой - материалом п-типа. Комбинация этих слоев р- и п-типа образует соединение, известное как р-п-переход. Отсюда и название диод с р-п-переходом.

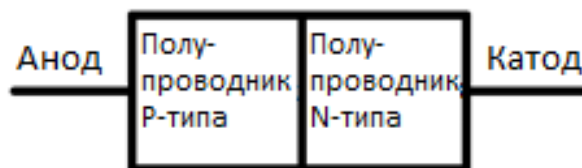


Рисунок 2 – p-n соединение

Он позволяет току течь в прямом направлении и блокирует его в обратном направлении. Они также известны как выпрямительные диоды, используемые для выпрямления.

Существуют различные типы диодов, которые используют p-n-переход с изменением концентрации легирования. Они обсуждаются ниже.

Малосигнальный диод

Это тип диода с p-n-переходом, который работает с сигналами низкого напряжения. Площадь стыка очень мала. Благодаря этому переход имеет меньшую емкость и низкую емкость накопления заряда. Это позволяет малому сигнальному диоду иметь высокую скорость переключения с очень коротким временем восстановления. Однако его ограничениями являются низкие параметры напряжения и тока.

Благодаря высокой скорости переключения эти типы диодов используются в схемах с высокими частотами.

Выпрямительный диод

Это тип диода с p-n-переходом, площадь p-n-перехода которого очень велика. Это приводит к высокой емкости в обратном направлении. Имеет низкую скорость переключения.



Рисунок 3 – Выпрямительный диод

Это самый распространенный и наиболее часто используемый тип диодов. Эти типы диодов могут выдерживать большие токи и используются для преобразования переменного тока в постоянный ток (выпрямление).

Диод Шоттки

Диод Шоттки, названный в честь немецкого физика Вальтера Х. Шоттки, представляет собой тип диода, который состоит из небольшого перехода между полупроводником n-типа и металлом. Он не имеет p-n-перехода.

Плюс диода Шоттки в том, что он имеет очень низкое прямое падение напряжения и быстрое переключение. Поскольку нет емкостного перехода (p-n-переход), скорость переключения диода Шоттки очень высокая.



Рисунок 4 – Диод Шоттки

Ограничение на диод Шоттки является то, что она имеет низкое обратное напряжение пробоя и высокий обратный ток утечки.

Супербарьерные диоды

Супербарьерные диоды (SBR) также являются выпрямительными диодами, но они имеют низкое прямое падение напряжения, как и диод Шоттки. Они имеют низкий ток обратной утечки, как и обычные диоды с p-n-переходом.

SBR использует полевой МОП-транзистор, создавая короткий контакт между затвором и истоком.

SBR имеет низкое прямое падение напряжения, меньший обратный ток утечки и возможность быстрого переключения.

Светоизлучающий диод (LED)

Светоизлучающий диод также является типом диода с PN переходом, который излучает свет в конфигурации прямого смещения.

Светодиод состоит из полупроводника с прямой полосой пропускания. Когда носители заряда (электроны) пересекают барьер и рекомбинируют с электронными дырками на другой стороне, они испускают фотонные частицы (свет). В то время как цвет света зависит от запрещенной зоны полупроводника.

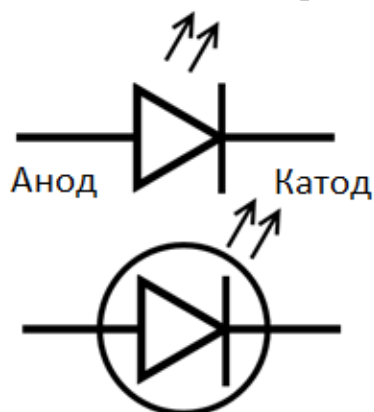


Рисунок 5 – Светоизлучающий диод

Светодиод преобразует электрическую энергию в световую.

Фотодиод

Фотодиод – это тип диода с PN переходом, который преобразует световую энергию в электрический ток. Его работа противоположна работе светодиода.

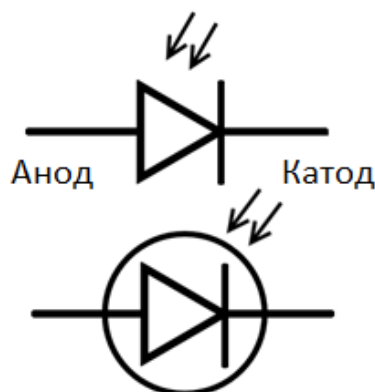


Рисунок 6 – Фотодиод

На каждый полупроводниковый диод влияют оптические носители заряда. Вот почему они упакованы в легкий блокирующий материал.

В фотодиоде есть специальное отверстие, через которое свет проникает в его чувствительную часть.

Когда свет (частицы фотона) попадает на р-п-переход, он создает пару электрон-дырка. Эти электрон и дырка вытекают как электрический ток. Для повышения его эффективности используется PIN- диод.

Фотодиод используется в обратном смещении, и их можно использовать в солнечных элементах.

Лазерный диод

Лазерный диод похож на светодиод, потому что он преобразует электрическую энергию в световую. Но в отличие от светодиода, лазерный диод излучает когерентный свет.

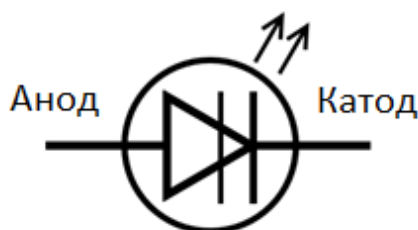


Рисунок 7 – Лазерный диод

Лазерный диод состоит из PIN-перехода, в котором электрон и дырки объединяются во внутренней (I) области. Когда они объединяются, он генерирует лазерный луч.

Лазерные диоды используются в оптической связи, лазерных указателях, приводах компакт-дисков, лазерных принтерах и т.д.

Туннельный диод

Туннельный диод был изобретен Лео Эсаки в 1958 году, за что он получил Нобелевскую премию в 1973 году, поэтому он также известен как диод Эсаки.

Туннельный диод – это сильно легированный диод с р-п-переходом. Работает по принципу туннельного эффекта. Из-за высокой концентрации легирования барьер перехода становится очень тонким. Это позволяет электрону легко выйти через барьер. Это явление известно как туннельный эффект.

Туннельный диод имеет область на кривой, где ток уменьшается с увеличением напряжения. Эта область известна как область отрицательного сопротивления. В этой области туннельный диод работает в различных приложениях, таких как генератор и микроволновый усилитель.

Туннельный диод также проводит ток в обратном направлении и является устройством быстрого переключения.

Стабилитрон

Стабилитрон назван в честь Кларенса Малвина Зенера, открывшего эффект Зенера.

Это тип диода, который пропускает ток не только в прямом, но и в обратном направлении. Когда обратное напряжение достигает напряжения пробоя, известного как напряжение Зенера, оно позволяет протекать току.

Стабилитрон имеет более высокую концентрацию легирования, чем обычный диод с р-п-переходом. Следовательно, он имеет очень тонкую область истощения.

При прямом смещении он работает как простой диод с р-п-переходом (выпрямитель).

При обратном смещении он почти не пропускает ток, до тех пор, пока обратное приложенное напряжение, станет напряжением пробоя. После этого он позволяет току течь с постоянным падением напряжения в определённых пределах.

Обратный пробой стабилитрона вызван двумя причинами: квантовым туннелированием электронов и лавинным пробоем.

Стабилитрон в основном используется в конфигурации с обратным смещением. Он обеспечивает стабилизированное напряжение для защиты цепей от перенапряжения.

Обращенный диод

Обращенный диод или задний диод – это диод с р-п-переходом, работа которого аналогична работе туннельного диода и стабилитрона. Но рабочие напряжения намного ниже.

Обращенный диод – это, по сути, туннельный диод, у которого одна сторона перехода имеет относительно меньшую концентрацию легирования по сравнению с другой стороной.



Рисунок 8 – Обращенный диод

При прямом смещении он работает как туннельный диод, но его туннельный эффект значительно снижен по сравнению с туннельным диодом. В противном случае он работает как обычный диод с р-п-переходом.

При обратном смещении он работает как стабилитрон, но напряжение пробоя намного ниже.

Он не получил широкого распространения, но его можно использовать для выпрямления сигнала слабого напряжения (от 0,1 до 0,6 В). Благодаря высокой скорости переключения его можно использовать в качестве переключателя в ВЧ-смесителе и умножителе.

Диод подавления переходных напряжений (TVS)

Диод подавления переходных напряжений или TVS-диод – это тип лавинного диода, который защищает цепь от скачков высокого напряжения.

TVS-диод способен выдерживать высокие напряжения по сравнению с лавинным диодом.

Однонаправленный TVS-диод работает аналогично лавинному диоду. Он действует как выпрямитель при прямом смещении и как устройство защиты от перенапряжения при обратном смещении.



Рисунок 9 – Диод подавления переходных напряжений

Двунаправленный TVS-диод действует как два лавинообразных диода, последовательно противостоящих друг другу. Он изготавливается как однокомпонентный. Он работает в обоих направлениях и обеспечивает защиту от перенапряжения при использовании параллельно цепи.

Легированный золотом диод

В диоде такого типа в качестве легирующей примеси (легирующего материала) используется золото или платина. Это позволяет диоду работать с высокой скоростью переключения, но за счет увеличения прямого падения напряжения. Кроме того, его обратный ток утечки выше, чем у обычного диода с p-n-переходом.

Диод постоянного тока

Диод постоянного тока, также известный как токоограничивающий диод (CLD), представляет собой двухконтактный диод, сделанный из полевого транзистора. Он регулирует ток через него до фиксированного уровня.

CLD создается путем короткого контакта между затвором и истоком JFET. Он ограничивает ток так же, как стабилитрон ограничивает напряжение.

Отключающийся диод

Диод ступенчатого восстановления или отключающийся диод – это диод с p-n-переходом, который резко прекращает прохождение тока при изменении его направления.

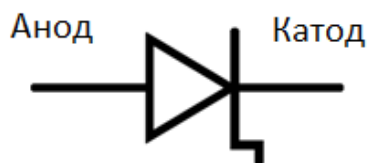


Рисунок 10 – Диод ступенчатого восстановления

SRD (ступенчатый восстанавливающий диод) состоит из p-n-перехода с очень низкой концентрацией легирования около перехода. За счет этого уменьшается количество носителей заряда (электронов и дырок) вблизи перехода. Следовательно, емкость накопления заряда вблизи перехода становится незначительной. Это позволяет SRD очень быстро переключаться с ON на OFF. В нормальном диоде, когда он переключается с прямой проводимости на обратную отсечку, ток кратковременно течет из-за накопленного заряда. Из-за чего нормальный диод требует времени на переключение. SRD не хранит заряд, поэтому может мгновенно прекратить прохождение тока.

Литература

1. Физический энциклопедический словарь. Том 5, М. 1966, "Советская энциклопедия".
2. Баюков, А.В. Полупроводниковые приборы: диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы / А.В. Баюков, А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Клейнер, Э.Ю. Основы теории электронных ламп / Клейнер Э.Ю. – М., 1974.
4. Электронные и квантовые приборы СВЧ: учебн. пособие / В.Н. Дулин, Н.А. Аваев, В.П. Демин. – М.: Энергоатомиздат, 1972.
5. <https://wikipedia.org/wiki/ru>.