

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «СГУ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

ДИОД ШОТТКИ

РЕФЕРАТ

студента 3 курса 331 группы
специальности 10.05.01 — Компьютерная безопасность
факультета КНиИТ
Токарева Никиты Сергеевича

Проверил
аспирант

Р. А. Торгашов

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Особенности и применение диодов Шоттки.....	4
2 Принцип работы диодов Шоттки	6
2.1 Отсутствие напряжения смещения	6
2.2 Прямое смещение	7
2.3 Обратное смещение	7
3 Преимущества и недостатки диодов Шоттки	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	12

ВВЕДЕНИЕ

Диод – электронный прибор с двумя (иногда тремя) электродами, обладающий односторонней проводимостью. Электрод, подключенный к положительному полюсу прибора, называют анодом, к отрицательному – катодом. Если к прибору приложено прямое напряжение, то он находится в открытом состоянии, при котором сопротивление мало, а ток протекает беспрепятственно. Если прикладывается обратное напряжение, прибор, благодаря высокому сопротивлению, является закрытым. Обратный ток присутствует, но он настолько мал, что условно принимается равным нулю.

В данной работе будет рассмотрен один из видов диодов, а именно диод Шоттки.

1 Особенности и применение диодов Шоттки

К многочисленному семейству полупроводниковых диодов названных по фамилиям учёных, которые открыли необычный эффект, можно добавить ещё один. Это диод Шоттки [1].

Немецкий физик Вальтер Шоттка в 1939 году исследовал потенциальный барьер, возникающий в приконтактном слое полупроводник-металл, а затем разработал теорию полупроводниковых диодов с таким барьером. Поэтому их называют диодами Шоттки или диодами с барьером Шоттки. Стоит отметить, что этот барьер, так же, как и полупроводниковый электронно-дырочный переход (p-n переход), обладает свойством односторонней электропроводимости и рядом отличительных свойств.

В качестве материала для изготовления диодов с барьером Шоттки преимущественно используется кремний (Si) и арсенид галлия (GaAs), а также такие металлы как золото, серебро, платина, палладий и вольфрам [1].

На рисунке 1 и 2 показано изображение диода Шоттки и его обозначение на различных схемах соответственно.



Рисунок 1 – Изображение диода Шоттки

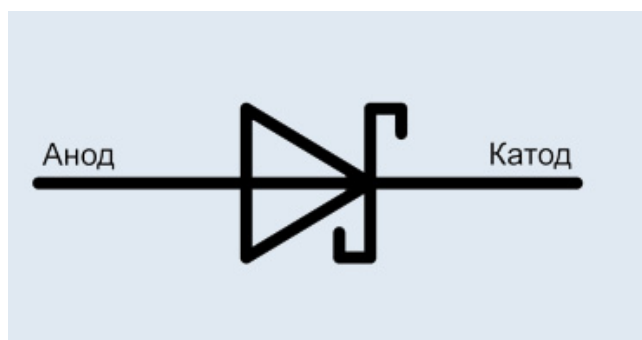


Рисунок 2 – Обозначение диода Шоттки на схемах

В отличие от обычных полупроводниковых диодов, диод Шоттки известен благодаря низкому падению напряжения при его прямом включении и способностью к быстрому переключению. Это делает его идеальным выбором для использования в высокочастотных (ВЧ) устройствах, а также в устройствах, где используются низкие напряжения [2]. Диод Шоттки может применяться в самых разных устройствах, например:

- Для выпрямления тока большой мощности. Диоды Шоттки могут использоваться в мощных устройствах благодаря низкому падению напряжения при прямом включении. Эти диоды затрачивают меньше энергии, что способствует уменьшению размеров радиатора;
- В универсальных источниках питания. Диоды Шоттки также могут помогать разделять питание при использовании блоков двойного электропитания, использующих энергию электрической сети и аккумуляторов;
- В элементах солнечных батарей. Диоды Шоттки могут помочь добиться максимальной эффективности элементов солнечной батареи благодаря низкому падению напряжения при прямом включении. Также они помогают защищать ячейки от обратного заряда;
- В качестве защелки. Диоды Шоттки могут также использоваться в качестве защелки в транзисторных схемах, а также в цепях с логическими элементами 74LS или 74S.

2 Принцип работы диодов Шоттки

В обычном диоде полупроводники р-типа и n-типа образуют р-n-переход. В диоде Шоттки вместо полупроводника р-типа используется металл. Этот металл может быть разным – от платины до вольфрама, молибден, золото и т. д.

Металл и полупроводник n-типа образуют переход металл-полупроводник. Он называется барьером Шоттки. Свойства барьера Шоттки различны при отсутствии напряжения смещения, при прямом и при обратном смещении.

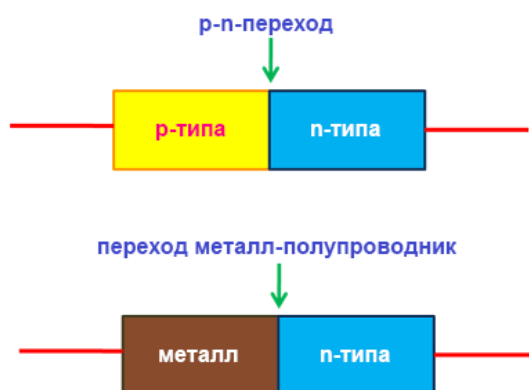


Рисунок 3 – Различие между р-n переходом и переходом металла-полупроводника

2.1 Отсутствие напряжения смещения

При отсутствии напряжения смещения свободные электроны будут перемещаться из полупроводника n-типа в металл, чтобы восстановить равновесие. Этот поток электронов создает барьер Шоттки, где встречаются отрицательные и положительные ионы. Чтобы свободные электроны смогли преодолеть этот барьер, требуется приложение внешнего напряжения большего, чем потенциал поля перехода металл-полупроводник [2].

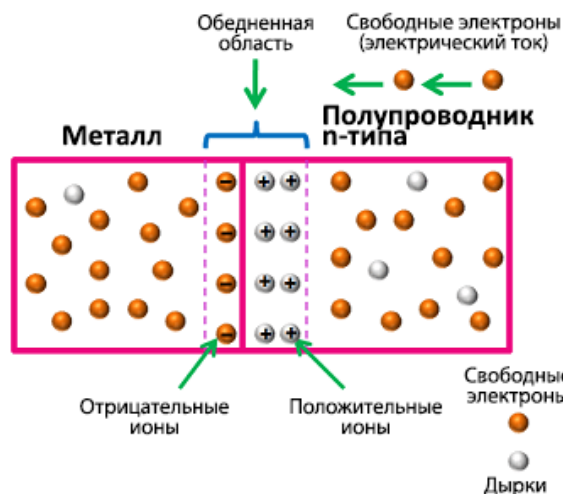


Рисунок 4 – Принцип работы диода Шоттки

2.2 Прямое смещение

Если положительную клемму батарейки подключить к выводу диода, подключенного к металлической части перехода метал-полупроводник, а отрицательную – к выводу диода, подключенного к полупроводнику, то таким образом мы подадим на диод прямое смещение. В этом состоянии, если напряжение больше 0,2 В, то электроны могут преодолеть переход метал-полупроводник и перейти из полупроводника n-типа в металл [2]. Это приведет к возникновению тока через диод. Так работают все диоды.



Рисунок 5 – Диод Шоттки с прямым смещением

2.3 Обратное смещение

Если отрицательную клемму батарейки подключить к выводу диода, подключенного к металлической части перехода метал-полупроводник, а положи-

тельную – к выводу диода, подключенного к полупроводнику, то таким образом мы подадим на диод обратное смещение. Так мы увеличим ширину барьера Шоттки, не давая току течь через диод. Тем не менее, если напряжение обратного смещения будет возрастать, то, в конце концов, барьер будет пробит. После чего ток потечет в обратном направлении и может повредить этот и другие электронные компоненты [2].

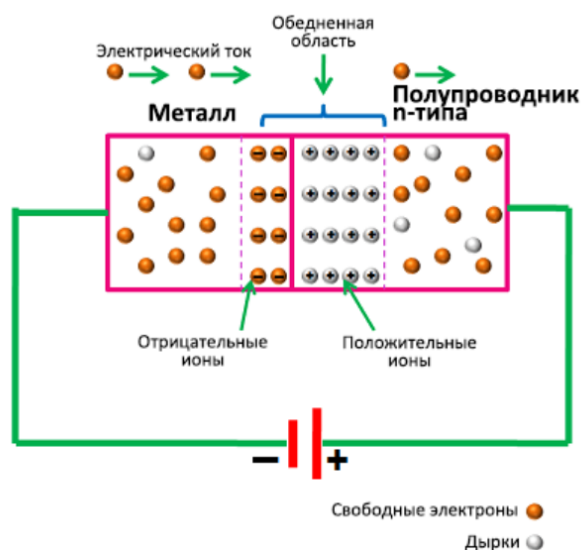


Рисунок 6 – Диод Шоттки с обратным смещением

3 Преимущества и недостатки диодов Шоттки

Одним из главных преимуществ использования диода Шоттки вместо обычного диода является низкое сопротивление его перехода металл-полупроводник, приводящее к тому, что напряжение падает при его прямом включении. Таким образом диод Шоттки потребляет меньшее напряжение, чем обычный диод. На его р-n-переходе падает лишь 0,3-0,4 В. На рисунке 6 можно заметить прямое падение напряжение, составляющее приблизительно 0,3 В. Ток через диод Шоттки значительно возрастает при увеличении напряжения сверх указанного. Через обычный диод ток не растет до напряжения приблизительно 0,6 В [2].

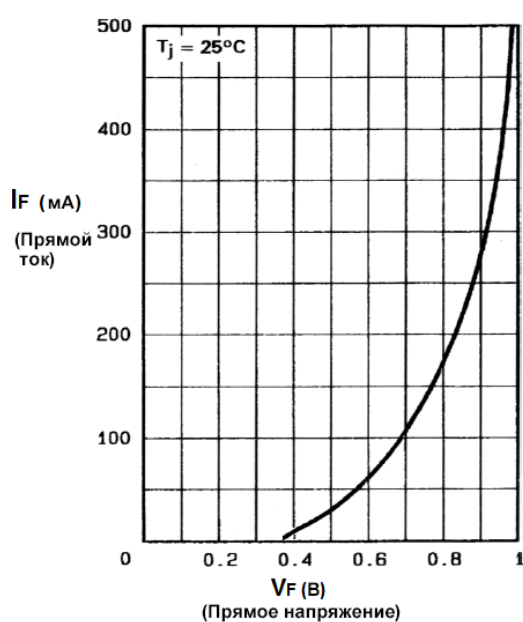


Рисунок 7 – График зависимости прямого напряжения от прямого тока

Другие преимущества использования диода Шоттки вместо обычного диода:

- Малое время обратного восстановления. Диод Шоттки накапливает небольшой заряд, что делает его идеальным для использования в схемах, требующих быстрого переключения - они широко используются при конструировании высокочастотных печатных плат;
- Пониженный уровень помех. Диод Шоттки добавляет в схему меньшее количество нежелательного шума по сравнению с типичным диодом с р-n-переходом;
- Более высокие характеристики. Диод Шоттки потребляет меньше энергии, поэтому подходит по техническим требованиям для использования в

низковольтных устройствах.

Также следует помнить о нескольких недостатках диодов Шоттки. Диод Шоттки, на который подано обратное напряжение смещения, будет пропускать больший обратный ток, чем обычный диод [3]. Это приводит к тому, что в цепи с обратным включением диода Шоттки ток утечки больше.

Максимальное обратное напряжение диода Шоттки также меньше, чем у обычных диодов, и обычно составляет не более 50 В. При превышении этого напряжения происходит пробой диода Шоттки, в результате чего он начинает пропускать большой ток в обратном направлении. До этой величины обратного напряжения существует лишь небольшой ток утечки через диод Шоттки, впрочем, как и у других диодов [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной работе были рассмотрены особенности, применения, преимущества и недостатки диодов Шоттки. Стоит отметить, что из-за своих достаточно многих преимуществ спрос на диоды Шоттки велик. Их можно обнаружить в приёмниках альфа и бета излучения, детекторах нейтронного излучения, а в последнее время на барьерных переходах Шоттки собирают панели солнечных батарей. Так, что они питают электроэнергией и космические аппараты. Поэтому не стоит недооценивать данный вид диодов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Статья «Обозначение, применение и параметры диодов Шоттки» [Электронный ресурс] / URL: <https://go-radio.ru/diod-schottky.html> (дата обращения 15.04.2022), яз. рус.
- 2 Статья «Как работают диоды Шоттки» [Электронный ресурс] / URL: <https://www.ct-electronics.ru/post/kak-rabotayet-diody-shottka> (дата обращения 15.04.2022), яз. рус.
- 3 Статья «Диод Шоттки» [Электронный ресурс] / URL: <https://www.ruselectronic.com/schottky-diode/> (дата обращения 15.04.2022), яз. рус.