

Лекция 9: Основы диодов и их роль в электронных схемах

Цель лекции - ознакомить студентов с основами диодов, их характеристиками и ролью в электронных схемах.

Результаты обучения

По окончании лекции студенты должны:

- Знать основные принципы работы диодов.
- Понимать основные характеристики диодов, такие как напряжение переключения и ток прямого насыщения.
- Уметь объяснить различные типы диодов и их применение в электронных схемах.
- Понимать роль диодов в выпрямителях, стабилизаторах и других электронных устройствах.

Часть 1: Введение в диоды

- Определение диода.
- Принцип работы диода.
- История развития диодов.

Диод — это полупроводниковое устройство, позволяющее пропускать ток только в одном направлении. Основной принцип работы диода основан на создании переходного слоя между двумя разными типами полупроводников, что создает препятствие для тока в одном направлении и обеспечивает его свободное движение в другом.

История развития диода

1906 год: Открытие явления диодной проводимости у полупроводников было сделано Генрихом Херцем.

1909 год: Уильям Шокли впервые опубликовал работу о теории диода.

1930-е годы: Развитие технологий и производство диодов с помощью кремния и германия.

Современность: Развитие полупроводниковой технологии позволило создавать различные типы диодов для разнообразных применений.

Принцип работы

pn переход: Диод обычно состоит из двух различных зон — *p*-типа (положительного) и *n*-типа (отрицательного) полупроводников. При соединении этих зон образуется переход (*pn* переход), который обладает диодными свойствами.

Прямое и обратное напряжение: При применении напряжения в прямом направлении (анод положительный, катод отрицательный), диод позволяет току свободно протекать через себя. При обратном напряжении (анод отрицательный, катод положительный), образуется область ионизации в переходе, что создает высокое сопротивление и предотвращает прохождение тока.

Основные формулы:

Уравнение Шоттки:

$$I = I_0(e^{\frac{qV}{nkT}} - 1)$$

Закон действующего сопротивления диода:

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

Зависимость тока через диод от напряжения:

$$I = I_s(e^{\frac{V}{V_t}} - 1)$$

Часть 2: Основные характеристики диодов

- Напряжение переключения (пороговое напряжение).
- Ток прямого насыщения.
- Обратное напряжение и обратный ток.

Напряжение переключения (пороговое напряжение):

Напряжение переключения (V_f) представляет собой минимальное напряжение, необходимое для пропуска тока через диод в прямом направлении. Это напряжение обычно у диодов составляет около 0.6 - 0.7 В для кремниевых диодов и может отличаться для различных типов диодов в зависимости от их характеристик и конструкции.

Ток прямого насыщения:

Ток прямого насыщения (I_f) — это максимальный ток, который диод способен пропустить в прямом направлении при заданном напряжении переключения. Он зависит от материала и конструкции диода, и может быть различным для разных типов диодов. Типичные значения тока прямого насыщения для различных диодов могут колебаться от нескольких миллиампер до нескольких десятков ампер.

Обратное напряжение:

Обратное напряжение (V_r) для диода — это максимальное напряжение, которое он может выдержать в обратном направлении без пробоя. Если это напряжение превышено, начинает протекать обратный ток, что может привести к повреждению диода. Для кремниевых диодов обратное напряжение может быть в пределах десятков и сотен вольт.

Обратный ток:

Обратный ток (I_r) — это ток, который протекает через диод в обратном направлении при наложенном обратном напряжении. Обычно он очень мал, но с ростом обратного напряжения он может значительно увеличиваться.

Эти параметры являются ключевыми для характеристик и использования диода в электрических цепях, так как определяют диапазоны работоспособности и предельные условия применения диода в различных приложениях..

Часть 3: Различные типы диодов

Диоды имеют различные типы в зависимости от их характеристик и применений. Вот несколько основных типов диодов:

- Полупроводниковые диоды (PN-диоды): Это основной и наиболее распространенный тип диодов. Они состоят из P-N перехода и имеют свойства пропускать ток только в одном направлении. Они широко применяются в различных электронных устройствах.
- Светодиоды (LED): Светодиоды преобразуют электрическую энергию в свет. Они имеют различные цвета в зависимости от используемых материалов. Широко применяются в различных световых устройствах: от индикаторов до подсветки источников света.
- Фотодиоды: Они обладают свойством преобразовывать свет в электрический ток. Фотодиоды широко используются в фотоэлементах, датчиках света, фотоаппаратах, солнечных батареях и других устройствах, где необходимо обнаруживать или измерять уровень света.
- Диод Шоттки (Schottky): Эти диоды обладают быстрой реакцией на изменения напряжения, имеют меньшее падение напряжения и обратный ток по сравнению

с обычными PN-диодами. Они широко применяются в высокочастотных и быстродействующих электронных схемах.

- Стабилитроны (Zener-диоды): Используются для поддержания постоянного уровня напряжения в цепях. Когда напряжение достигает определенного значения (напряжение Зенера), стабилитрон начинает пропускать ток в обратном направлении, поддерживая постоянное значение напряжения.

- Туннельные диоды (Tunnel Diode): Они имеют отрицательное сопротивление в некоторых областях своих характеристик тока-напряжения. Используются в радиоприемниках и других устройствах, где требуется высокая частота.

- Лазерные диоды: Они используются для создания лазерного излучения в различных областях, таких как телекоммуникации, медицина, считывание информации и другие.

Эти типы диодов имеют различные свойства и применения в различных сферах, от электроники и электротехники до оптики и медицинской техники.

Часть 4: Роль диодов в электронных схемах

Диоды играют важную роль в электронных схемах и имеют различные применения. Вот некоторые из них:

Ограничение напряжения (или регулирование уровня напряжения):

Диоды, особенно Zener-диоды, используются для создания стабильного уровня напряжения. Когда напряжение достигает определенного уровня (напряжение Зенера), диод начинает пропускать ток в обратном направлении, поддерживая постоянный уровень.

Преобразование переменного тока в постоянный (выпрямление):

Диоды выпрямляют переменный ток, пропуская его только в одном направлении, что позволяет преобразовывать переменный ток в постоянный.

Защита от обратного тока:

Диоды могут использоваться для предотвращения обратного тока в электронных схемах, что защищает чувствительные компоненты от повреждений.

Использование в логических схемах:

В цифровых электронных схемах диоды используются для создания логических функций (логических вентилях), таких как И-ИЛИ-НЕ.

Использование в коммутационных схемах:

Диоды используются для управления потоком энергии в различных электронных схемах, включая реле, тиристоры, транзисторы и другие устройства.

Использование в светоизлучающих устройствах:

Светодиоды преобразуют электрический ток в световое излучение и широко применяются в различных светодиодных дисплеях, индикаторах, освещении и даже в качестве индикаторов в электронных схемах.

Часть 5: Практические примеры

Расчет параметров диодов включает оценку их электрических характеристик в электрических схемах. Основные параметры для расчета включают напряжение насыщения, ток, мощность, тепловое распределение и т.д. Вот несколько шагов для расчета параметров диодов в схемах:

Изучение характеристик диода:

Определите тип диода и изучите его datasheet (техническое описание), где указаны основные параметры, такие как пороговое напряжение, максимальный прямой ток, температурный диапазон, и другие характеристики.

Расчет тока через диод:

Определите ток, проходящий через диод в зависимости от внешних условий схемы и параметров диода. Это может быть основано на установленных правилах для расчета тока через диод при известном напряжении на нем.

Расчет напряжения на диоде:

Определите напряжение на диоде, используя известный ток и характеристики диода. Это может быть вычислено с помощью уравнения диода, которое описывает зависимость напряжения на диоде от протекающего через него тока.

Оценка мощности диода:

Расчитайте мощность, потребляемую диодом. Это важно, чтобы гарантировать, что диод не перегреется. Рассчитайте потери мощности на диоде как произведение напряжения на диоде и проходящего через него тока.

Оценка теплового распределения:

Учтите тепловое распределение для диода в схеме. Рассмотрите тепловой режим работы диода, чтобы предотвратить его перегрев и обеспечить его надлежащую работу в заданном диапазоне температур.

Расчет параметров диодов требует понимания их характеристик, данных из даташита, а также учета окружающих условий и требований к электрической схеме.

Часть 6: Применение диодов в современной электронике

Диоды широко используются в различных областях современной электроники. Вот несколько примеров их применения:

Источники питания:

Диоды применяются в выпрямительных схемах, преобразуя переменный ток в постоянный в источниках питания. Это важное применение в электронике, включая блоки питания для устройств и электронных систем.

Коммутация и защита:

Используются для коммутации сигналов и электрических цепей, также для защиты от обратного тока. Они играют важную роль в цифровых и аналоговых схемах, а также в защите электронных устройств от повреждений, вызванных обратными импульсами.

Освещение:

Светодиоды (LED) используются в освещении, от подсветки экранов и дисплеев до освещения в автомобилях и промышленности. Они стали широко распространенными в светодиодных лампах за их высокую энергоэффективность и долгий срок службы.

Коммуникации:

Инфракрасные диоды применяются для передачи данных в беспроводных коммуникациях, таких как пульты дистанционного управления, ИК-порты на устройствах, оптические передатчики и т.д.

Медицинская техника:

Фотодиоды используются в медицинской технике для измерения пульса, измерения уровня кислорода в крови и других медицинских приложений.

Солнечные батареи:

Диоды применяются в солнечных батареях для преобразования света солнца в электрическую энергию.

Электроника управления:

Диоды используются в электронике управления для формирования логических функций, таких как И-ИЛИ-НЕ в логических схемах.

Лазеры и оптика:

Лазерные диоды используются в различных оптических приложениях, включая оптические приводы в CD/DVD-плеерах, лазерные указки и другие области, где требуется узкая и яркая световая струя.

Эти примеры демонстрируют множество областей применения диодов в современной электронике, от энергетики до медицинских и оптических технологий.

Заключение

Лекция о диодах представляет студентам важные знания о принципах работы и применении диодов в электронике. Понимание диодов и их характеристик играет ключевую роль в разработке и анализе электронных схем и устройств.