

УДК

## СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

*Занько А.В., Ходасевич В.Д., Ячменева Е.А., студенты гр.378105*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Леонович А.А. – канд. физ.-мат. наук*

**Аннотация.** Полупроводники и полупроводниковые приборы играют важную роль в современной электронике. Работа посвящена изучению основных характеристик полупроводников, их применения и принципов работы. Основная цель - рассмотреть основные аспекты этой темы и их значимость для современных технологий.

Стремительное расширение областей использования электронных устройств обусловлено постоянным совершенствованием элементной базы, которую представляют полупроводниковые приборы. Для понимания процессов, лежащих в основе работы электронных устройств, необходимо углубленное знание о структуре и принципах функционирования основных типов полупроводниковых приборов.

Полупроводники представляют собой уникальный класс материалов, которые при низких температурах проявляют свойства диэлектриков, а при повышенных - проводников. В таблице Менделеева только 13 из 25 неметаллов обладают полупроводниковыми характеристиками. В современной индустрии широко используются естественные полупроводники, причем кремний и германий являются наиболее распространенными материалами этого класса.

История изучения полупроводников началась в далеком 1833 году, когда физик Майкл Фарадей обнаружил, что электропроводность сульфида серебра увеличивается при нагревании. Впоследствии было отмечено, что некоторые материалы реагируют на свет, изменяя свою электропроводность. В 1874 году Карл Фердинанд Браун открыл явление изменения электрического сопротивления в зависимости от направления и величины тока, что послужило основой для разработки технологии выпрямления тока, используемой в радиотехнике.

Эти открытия в XIX веке описывают основные свойства полупроводников, но их сущность оставалась загадкой для ученых того времени из-за ограничений в теории. Развитие технологий позволило более глубоко изучить полупроводники в 1920-1940-х годах, когда была представлена модель устройства материалов на атомарном уровне.

Полупроводники характеризуются различными параметрами, включая тип проводимости, удельное сопротивление, время жизни носителей заряда и плотность дислокаций. Одним из основных свойств полупроводников является возможность увеличения проводимости под воздействием внешних факторов.

В структуре полупроводников валентные электроны связаны с кристаллической решеткой, и проводимость материала зависит от энергии, достаточной для разрыва связей. Электропроводность определяется наличием свободных электронов, которые могут обладать также дырочной проводимостью, что характерно для полупроводников, но не для металлов.

Между валентной зоной и зоной проводимости полупроводника находится запрещенная зона, которая может быть преодолена под воздействием внешних факторов, таких как тепло или свет. При этом в валентной зоне образуются свободные энергетические уровни, а в зоне проводимости появляются свободные электроны, обеспечивающие проводимость материала.

Электрофизические характеристики полупроводников включают время жизни носителей заряда, ширину запрещенной зоны, температуру, подвижность электронов, удельное сопротивление и энергию ионизации примесей.

По структуре полупроводники могут быть аморфными, жидкими, кристаллическими и стеклообразными. Аморфные полупроводники обладают менее упорядоченной кристаллической структурой и подвержены изменениям при тепловом воздействии. Жидкие полупроводники обладают повышенной электропроводностью при плавлении. Кристаллические полупроводники характеризуются устойчивыми крепкими связями между частицами, которые разрушаются при нагревании, что способствует снижению сопротивления при прохождении тока. Стеклообразные полупроводники схожи с кристаллическими по механизму работы, но имеют более высокую электропроводность из-за меньшего количества примесей.

По характеру проводимости, полупроводники классифицируют на n-тип и p-тип. В полупроводнике n-типа присутствуют примесные элементы, известные как доноры, тогда как p-тип содержит примеси и характеризуется дырочной проводимостью.

Также существуют простые и сложные полупроводники. Простые полупроводники состоят преимущественно из атомов одного вещества, таких как бор, углерод, германий и кремний. Другие

представлены сложной атомарной структурой, например, халькогениды, такие как соединения серы, селена и теллура.

Собственная проводимость полупроводников происходит за счёт движения одинакового количества электронов и дырок, возникающих при переходе электронов из валентной зоны в зону проводимости. В идеальном полупроводнике количество электронов и дырок одинаково, и ток создаётся равным движением как дырок, так и отрицательно заряженных электронов. Электропроводность чистого полупроводника выше при достаточной концентрации электронов и дырок.

Содержание примесей оказывает влияние на свойства полупроводников. Примесная проводимость обычно выше собственной, поэтому добавление примесей в структуру материала существенно изменяет его проводимость. Примесным центром могут быть атомы или ионы химических элементов, избыточные атомы или электроны, а также дефекты кристаллической решётки.

Примеси бывают донорными и акцепторными. Небольшое количество примесей может значительно изменить электропроводность, поскольку донорные примеси поставляют электроны проводимости без создания дырок, а акцепторные примеси захватывают валентные электроны и создают подвижные дырки, не увеличивая количество электронов проводимости.

Полупроводник n-типа содержит в кристаллической решётке основные четырёхвалентные атомы и донорные примеси. В электронном полупроводнике основными носителями заряда являются электроны, а дырки являются второстепенными.

Полупроводники широко применяются в промышленности, в аналоговой и цифровой электронике. Они используются в изготовлении транзисторов, интегральных схем, тиристоров, симисторов, лазеров, датчиков давления и диодов. Также полупроводники играют важную роль в оптических датчиках, силовых устройствах и системах передачи электроэнергии. Они находят применение в телекоммуникационных технологиях, системах управления и обработки сигналов как в быту, так и в промышленности.

Полупроводники используются в системах охлаждения для контроля и поддержания температуры в холодильниках и кондиционерах. Они также необходимы для создания тепла в микроволновых печах.

В зарядных устройствах для мобильных телефонов и ноутбуков используются различные полупроводниковые устройства для преобразования переменного тока в постоянный.

Полупроводники используются в электронной связи и современных космических технологиях для запуска двигателей и поддержания скорости. В машиностроении они используются для производства устройств контроля, мониторинга местоположения, направления и скорости.

Современные процессоры содержат миллионы полупроводников, обеспечивая высокую скорость обработки данных. Компьютерные системы — одно из ключевых направлений применения полупроводниковых материалов.

**Список использованных источников:**

1. История полупроводников — главной инновации эпохи: от опытов Фарадея до первого транзистора. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [history](#) – Дата доступа 12.04.2024

2. Что такое полупроводник? Основы полупроводников. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [что-такое-poluprovodnik](#) – Дата доступа 12.04.2024

3. Полупроводники – зачем нужны и почему важны? [Электронный ресурс] – Режим доступа: [poluprovodniki](#) – Дата доступа 12.04.2024