

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

по дисциплине «Полупроводниковая электроника»

1. Зонная структура и проводимость твердых тел. Уровень Ферми в электронном газе и в полупроводниковом материале. Зависимость уровня Ферми от температуры в примесных полупроводниках. Термисторы.
2. Технология изготовления и зонная диаграмма резких гетеропереходов (величина разрыва зон, электронное сродство). Туннелирование через потенциальный барьер в гетероструктурах. Принципы работы, ВАХ гетероперехода.
3. Типы кристаллических решеток. Зонная структура полупроводников Si, Ge, GaAs (прямозонные и не прямозонные полупроводники). Движение электронов (фундаментальная система уравнений, физический смысл коэффициентов). Плотность состояний. Полупроводниковое сопротивление на основе  $n^+pn^-$  структуры.
4. Подвижность и скорость насыщения носителей заряда. Сравнение квантового и классического эффекта Холла.
5. Зависимость концентрации носителей и уровня Ферми от температуры в собственных и примесных полупроводниках. Зависимость обратного тока  $p$ - $n$  перехода от температуры.
6. Типы дефектов в твердых телах. Рассеяние электронов при движении. Подвижность и коэффициент диффузии. Времена релаксации энергии и импульса. Уравнения баланса энергии и импульса.
7. Лавинный пробой в полупроводниках и  $p$ - $n$  переходах. Конструкция, технология изготовления и принцип работы генератора на основе лавино-пролетного диода (включая коаксиальный резонатор).
8. Акустические и оптические фононы (дисперсионное уравнение и график). Продольные и поперечные колебания. Акустоэлектронные приборы (встречно-штыревой преобразователь (ВШП), Фурье-преобразование на основе ВШП)
9. Полевой транзистор с двумерным электронным газом: зонная диаграмма, ВАХ, эквивалентная схема. Преимущества НЕМТ перед полевым транзистором с управляющим  $p$ - $n$  переходом.
10. Фотопроводимость, рекомбинация носителей, прямозонный и не прямозонный полупроводники. Принцип работы лазеров и светодиодов (лазеры на гетеропереходах, квантовых ямах и точках).
11. Эффект всплеска скорости. Принцип работы и ВАХ биполярного транзистора. Преимущества использования гетеропереходов в биполярных транзисторах.
12. Диффузия и дрейф носителей заряда. Зонная диаграмма  $n^+n$  перехода и вывод соотношения Эйнштейна
13. ВАХ и ВФХ диода Шоттки. Технология изготовления омического контакта металл-полупроводник (фотолитография, напыление «взрыв»).
14. Генерация и рекомбинация носителей заряда, прямозонные и непрямозонные полупроводники. Конструкция, технология изготовления и принцип работы фотодетекторов и солнечных батарей (использование  $p$ - $n$  перехода и барьера Шоттки, преимущества использования гетеропереходов).
15. Полевой транзистор с двумерным электронным газом (зонная диаграмма, эквивалентная схема, ВАХ). Его преимущества перед МДП полевым

- транзистором с индуцированным каналом (зонная диаграмма, эквивалентная схема, ВАХ)
16. Закон сохранения импульса и энергии при генерации и рекомбинации прямозонных и непрямозонных переходах в полупроводниках. Конструкция, технология изготовления и принцип работы полупроводниковых лазеров.
  17. Полевой транзистор с затвором Шоттки (конструкция, зонные диаграмма, ВАХ, эквивалентная схема). Преимущество полевых транзисторов с гетеропереходами (конструкция, зонная диаграмма)
  18. Лавинный пробой в полупроводниках. Прямосмещенный и обратосмещенный
  19. p-n переходы (зонная диаграмма, ВАХ, эквивалентная схема).
  20. Теплоемкость твердых тел. Закон Дебая. Разогрев электронного газа в электрическом поле.
  21. Акустические и оптические фононы (дисперсионное уравнение и график). Продольные и поперечные колебания. Влияние рассеяния на фононах на подвижность носителей заряда. Акустоэлектронные приборы: резонаторы и конвольверы на ПАВ.
  22. Зависимость концентрации и подвижности носителей заряда, проводимости и уровня Ферми в примесных полупроводниках от температуры. Термисторы на основе полупроводников и металлов – сходство и различие.
  23. Оценка длины волны электрона в зоне проводимости на основе средней энергии электронного газа и эффективной массы. Водородная модель атома примеси. Плотность состояний в вырожденных и не вырожденных полупроводниках.
  24. Кристаллическая решетка и зонная структура твердых тел. Заселение состояний электронами и дырками (плотность состояний). Принцип работы солнечных батарей. Преимущества использования гетеропереходов для реализации солнечных батарей.
  25. Конструкция, технология изготовления и принцип работы гетеробиполярного транзистора. Его преимущества по сравнению с биполярным транзистором (униполярная инжекция неосновных носителей заряда, диаграмма направленности инжектирующего перехода, варизонная база, подавление эффекта Эрли).
  26. Конструкция, технология изготовления и принцип работы диода Шоттки (зонная диаграмма, ВАХ, ВФХ, эквивалентная схема). Омический контакт металл-полупроводник.
  27. Прямозонные и не прямозонные полупроводники. Эффективная масса электронов и дырок. Энергетические долины в разрешенных зонах полупроводников. Зависимость средней дрейфовой скорости электронов от напряженности электрического поля в многодолинных полупроводниках.
  28. Уравнение Шредингера для электронов в полупроводнике. Адиабатическое и одноэлектронные приближения. Теорема Блоха.
  29. Конструкция, технология изготовления и принцип работы диода на основе p-n перехода и гетероперехода. Вольт-амперная и вольт-фарадная характеристики.
  30. МДП структура – конструкция, зонная диаграмма, инверсия типа проводимости, зависимость емкости структуры от частоты измерительного сигнала

31. Ширина запрещенной зоны, подвижность носителей заряда и их зависимость от температуры кристаллической решетки. ВАХ p-n перехода и ее зависимость от температуры прибора.
32. МДП транзистор с индуцированным каналом конструкция, зонная диаграмма, инверсия типа проводимости, насыщение на выходной ВАХ
33. Принцип работы гетероперехода (конструкция, технология изготовления, разрыв зон на границе перехода, ВАХ, ВФХ, эквивалентная схема)
34. Кристаллическая решетка и зонная структура твердых тел. Заселение состояний электронами и дырками (плотность состояний). Принцип работы солнечных батарей. Преимущества использования гетеропереходов для реализации солнечных батарей.
35. Закон сохранения импульса и энергии при генерации и рекомбинации прямозонных и непрямозонных переходах в полупроводниках. Конструкция, технология изготовления и принцип работы полупроводниковых светодиодов.
36. Кристаллическая решетка и зонная структура твердых тел. Заселение состояний электронами и дырками (плотность состояний). Принцип работы солнечных батарей. Преимущества использования гетеропереходов для реализации солнечных батарей.
37. Закон сохранения импульса и энергии при генерации и рекомбинации прямозонных и непрямозонных переходах в полупроводниках. Конструкция, технология изготовления и принцип работы полупроводниковых светодиодов.