

Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова
Приборостроительный факультет
Кафедра «Радиотехника»

Физические основы микроэлектроники

К.ф.м.н., проф. Демаков Ю.П.

ВОПРОСЫ

по дисциплине «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ» для направления 11.03.01 «Радиотехника»

Тема 1. Физические основы полупроводниковой микроэлектроники

1. Дайте определение кристаллической структуры твердого тела, перечислите основные типы кристаллических структур.
2. Описание координат узлов, направлений и плоскостей в кристалле с помощью индексов Миллера?
3. Перечислите виды дефектов кристаллической решетки, нарушающих её идеальность.
4. Поясните процесс образования зон энергии в кристаллах и нарисуйте энергетические зонные диаграммы металлов, полупроводников и диэлектриков. Перечислите основные полупроводниковые материалы
5. Дайте определение термодинамической и полной работы выхода электронов из полупроводникового кристалла.
6. Напишите выражения для функций распределения Ферми-Дирака и Больцмана, объясните их ограничения.
7. Объясните, в чем проявляются волновые свойства электронов в кристалле, какими соотношениями они определяются?
8. Объясните, что такое эффективная масса носителей тока в полупроводниках, из какого соотношения её можно рассчитать?
9. Объясните механизм появления электронов и дырок в собственном полупроводнике, нарисуйте энергетическую зонную диаграмму собственного полупроводника.
10. Рекомбинация носителей тока. Закон равновесия масс.
11. Как в полупроводниках *n*-и *p*- типа образуются доноры и акцепторы, электроны и дырки? Нарисуйте энергетические зонные диаграммы электронных и дырочных полупроводников, объясните их отличия.
12. Дайте определения компенсированных и вырожденных полупроводников, приведите примеры их применения.

ВОПРОСЫ

по дисциплине «**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**» для
направления 11.03.01 «Радиотехника»

Тема 2. Статистика носителей тока в полупроводниках

13. Напишите выражения для расчета концентрации носителей тока и положения уровня Ферми в собственном полупроводнике, как влияет повышение температуры на концентрацию носителей и смещение уровня Ферми?

14. Напишите выражения для расчёта концентрации электронов и положения уровня Ферми в электронном полупроводнике, объясните, как влияет изменение температуры на концентрацию электронов?

15. Напишите выражения для расчёта концентрации дырок и положения уровня Ферми в дырочном полупроводнике и объясните, как влияет изменение температуры на концентрацию дырок и положение уровня Ферми.

16. Объясните механизмы межзонной рекомбинация носителей тока в полупроводнике, какими процессами они сопровождаются? Напишите выражение для расчета времени жизни носителей тока в полупроводниках.

17. Объясните механизмы рекомбинации носителей тока через примесные уровни в полупроводнике.

18. Объясните механизмы поверхностной рекомбинации и напишите выражение для скорости поверхностной рекомбинации.

ВОПРОСЫ

по дисциплине «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ» для направления 11.03.01 «Радиотехника»

Тема 3. Кинетика носителей тока в полупроводниках

19. Напишите выражения для расчета дрейфовой скорости, подвижности носителей, плотности дрейфового тока в полупроводниках. Насыщение дрейфовой скорости в сильных полях.

20. Напишите формулы для электропроводности и электросопротивления собственных и примесных полупроводников. Объясните их.

21. Как влияет напряженность электрического поля на электропроводность и пробой полупроводника, перечислите виды и механизмы пробоя?

22. Напишите выражение для расчета диффузионного тока в полупроводнике. Каким соотношением связаны подвижность и коэффициент диффузии носителей тока? Что такое диффузионная длина?

Тема 4. Свойства $p-n$ перехода

23. Получение и формирование $p-n$ перехода.

24. Нарисуйте и объясните энергетическую зонную диаграмму $p-n$ перехода, напишите формулу для расчета контактной разности потенциалов в $p-n$ переходе.

25. Расчет ширины $p-n$ перехода.

26. Диффузионный и дрейфовый токи в $p-n$ переходе.

27. Процессы в $p-n$ переходе при прямом смещении.

28. Процессы в $p-n$ переходе при обратном смещении.

29. Напишите уравнение и нарисуйте график ВАХ $p-n$ перехода. Объясните температурную зависимость обратного тока $p-n$ перехода.

30. Статическое и дифференциальное сопротивление $p-n$ перехода.

31. В чем заключаются отличия реального электронно-дырочного перехода от идеализированного?

32. Напишите выражения для расчета барьерной и диффузионной емкости $p-n$ перехода. Нарисуйте график вольтфарадной характеристики.

33. Перечислите и объясните виды пробоя $p-n$ перехода.

ВОПРОСЫ

по дисциплине «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ» для
направления 11.03.01 «Радиотехника»

Тема 5. Контактные явления в полупроводниках

34. Объясните, что такое гетеропереход, нарисуйте зонную диаграмму N - p гетероперехода.
35. Принцип действия светодиода и полупроводникового лазера.
36. Нарисуйте зонные диаграммы выпрямляющих контактов металл-полупроводник, приведите определение барьера Шоттки.
37. Нарисуйте зонные диаграммы невыпрямляющих контактов металл-полупроводник, объясните условия получения омического контакта.
38. Приведите определение эффекта поля в собственных полупроводниках, нарисуйте зонные диаграммы контактов металл-диэлектрик-полупроводник при подаче напряжений различной полярности.
39. Объясните, в чем заключается эффект поля в примесных полупроводниках? Нарисуйте зонные диаграммы контактов металл-диэлектрик-полупроводник при подаче напряжений различной полярности.
40. Как влияет внешнее электрическое поле на поверхностную электропроводность полупроводника? Объясните появление инверсной проводимости в подзатворном слое полупроводника.

ВОПРОСЫ

по дисциплине «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ» для
направления 11.03.01 «Радиотехника»

Тема 6. Фотоэлектрические явления в полупроводниках

41. Что такое фотопроводимость, в каких полупроводниковых приборах используется эффект фотопроводимости?

42. В чем заключается фотогальванический эффект в $p-n$ переходе, назовите режимы работы фотодиода.

Тема 7. Наноразмерные структуры

43. С помощью уравнения Шредингера поясните механизм прохождения микрочастицы через узкий потенциальный барьер и через многобарьерную структуру.

44. Перечислите разновидности квантово-размерных структур.

45. Одноэлектронное туннелирование. Туннельный конденсатор, квантовая единица электросопротивления.

46. Нарисуйте схематическое устройство и объясните принцип действия нанотехнологической установки.

ВОПРОСЫ

по дисциплине « **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**» для
направления 11.03.01 «Радиотехника»

Литература

1. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов / *В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев.* – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 790 с.: ил.
3. *Ушаков П.А.* Электронная техника: Учеб. пособие – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2006. – 268 с.: ил.
4. *Степаненко И.П.* Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. – 488 с.: ил.
5. *Щука А.А.* Электроника. Учебное пособие/Под ред. проф. А.С. Сигова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 800 с.: ил. (с. 221-26, 248-257, 574-596).

ВОПРОСЫ

по дисциплине « **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**» для
направления 11.03.01 «Радиотехника»

Литература

б) дополнительная:

6. *Ефимов И.Е., Козырь И.Я.* Основы микроэлектроники. 4-е изд., стер.
– М.: Изд-во «Лань», 2012. – 484 с.: ил.

7. *Марголин В. И.* Физические основы микроэлектроники: учебник для
студентов высших учебных заведений. М.: Изд-во «Академия», 2008.-400 с.:
ил.

Конец документа

