

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

ЛАЗЕРНЫЕ И ЭЛЕКТРОННО–ИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОТОНИКИ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика»

2012

Аксенов, Александр Иванович

Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники = Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники: методические указания по самостоятельной работе для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика» / А.И. Аксенов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск: ТУСУР, 2012. - 12 с.

Целью преподавания дисциплины «Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники» является ознакомление студентов с физическими процессами, протекающими в поверхностном слое твердого тела при торможении лазерного луча и ускоренных частиц, составляющими основу электронно-ионной и корпускулярной технологии

Пособие предназначено для студентов очной формы, обучающиеся по направлению «Фотоника и оптоинформатика» по дисциплине «Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники».

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ЭП
_____ С.М. Шандаров
«__» _____ 2012 г.

ЛАЗЕРНЫЕ И ЭЛЕКТРОННО-ИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОТОНИКИ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика»

РАЗРАБОТЧИК
Доцент каф. ЭП
_____ А.И. Аксенов
_____ 2012 г

2012

Содержание

Введение.....	5
Раздел 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий	5
1.1 Содержание раздела.....	5
1.2 Методические указания по изучению раздела.....	5
Раздел 2 Взаимодействие электронов с твердым телом	5
2.1 Содержание раздела.....	5
2.2 Методические указания по изучению раздела.....	6
2.3 Вопросы для самопроверки.....	6
Раздел 3 Взаимодействие ионов с твердым телом.....	6
2.1 Содержание раздела.....	6
2.2 Методические указания по изучению раздела.....	6
2.3 Вопросы для самопроверки.....	7
Раздел 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей	7
4.1 Содержание раздела.....	7
4.2 Методические указания по изучению раздела.....	7
4.3 Вопросы для самопроверки.....	7
Раздел 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц	7
5.1 Содержание раздела.....	7
5.2 Методические указания по изучению раздела.....	8
5.3 Вопросы для самопроверки	8
6 Практические занятия.....	8
7 Темы для самостоятельного изучения	8
Заключение	9

Введение

Целью преподавания дисциплины «Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники» является ознакомление студентов с физическими процессами, протекающими в поверхностном слое твердого тела при торможении лазерного луча и ускоренных частиц, составляющими основу электронно-ионной и корпускулярной технологии

Задачей дисциплины «Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники» является изучение закономерностей торможения электронов в твердом теле и вторичных процессов, вызываемых электронной бомбардировкой, изучение ионной бомбардировки поверхностей и процессов, вызываемых ионами, а также луча лазера, формирование и транспортировка электронных и ионных пучков, а также применение ионно-плазменных устройств в технологических процессах.

Раздел 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий

1.1 Содержание раздела

Краткая история развития исследований по взаимодействию ускоренных частиц и когерентного излучения на твердое тело. Первые технические применения процессов, протекающих в твердом теле при взаимодействии частиц с его поверхностью. Роль и место дисциплины в формировании специалиста.

1.2 Методические указания по изучению раздела

При изучении раздела «Основы электронно-ионных и плазменных технологий» следует обратить внимание на общие понятия и на роль и место дисциплины в формировании специалиста.

Раздел 2 Взаимодействие электронов с твердым телом

2.1 Содержание раздела

Рассеяние электрона в твердых телах. Плотность поглощенной энергии, механизмы рассеяния, потери энергии. Пробег электронов в твердом теле, связь между пробегом электрона и потерями энергии. Отражение электронов и вторичная электронная эмиссия*. Излучение твердых тел при бомбардировке, катодoluminescencia, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение*. Химическое действие электронного облучения, стимулирование химических реакций, диссоциация сложных соединений, десорбция газов*

2.2 Методические указания по изучению раздела

При изучении раздела «Взаимодействие электронов с твердым телом» следует обратить внимание на торможение и пробег электронов в твердом теле, отражение электронов и вторичную эмиссию, свечение твердого тела, возбуждаемое воздействием потока электронов, рентгеновское излучение при электронной бомбардировке, физико-химические превращения при облучении электронами, тепловые процессы при облучении пучком электронов, изменение свойств материалов под действием электронной бомбардировки, области применения электронных пучков, конструкции электронных источников, устройство электронно-лучевых установок.

2.3 Вопросы для самопроверки

1. Что такое проекционный пробег?
2. Что такое глубина пробега?
3. Что такое вторичная эмиссия?
4. Что такое катодолюминесценция?
5. Что такое световая отдача?
6. Что такое яркость свечения?
7. Что такое тормозное излучение?

Раздел 3 Взаимодействие ионов с твердым телом

2.1 Содержание раздела

Торможение ионов, потери энергии ионов при торможении в веществе. Пробеги ионов в аморфных и монокристаллических веществах*. Радиационные дефекты в веществе, вызванные ионной бомбардировкой*. Отжиг радиационных дефектов*. Катодное распыление поверхности твердых тел при воздействии потоков ионов. Эмиссия электронов и ионов с поверхности вещества, подвергнутого ионной бомбардировке. Химическое действие ионов с веществом*. Ионная имплантация

2.2 Методические указания по изучению раздела

При изучении раздела «Взаимодействие ионов с твердым телом» следует обратить внимание на процессы торможения ионов в веществе, потери энергии при торможении ионов в веществе, пробег ионов, процессы ионного (катодного) распыления, вторичную ионно-электронную эмиссию, химическое действие ионов, области применения ионных пучков, конструкции ионных источников, устройство ионно-лучевых установок

2.3 Вопросы для самопроверки

1. Какой процесс называется катодное распыление?
2. Основные типы соударений
3. Что такое ядерная тормозная способность?
4. Что такое электронная тормозная способность?
5. Что такое полный пробег иона?
6. Опишите эффект каналирования ионов в твердом теле.

Раздел 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей

4.1 Содержание раздела

Преобразование кинетической энергии частиц в тепловую*. Стационарный нагрев, локальный нагрев электронными, лазерными и ионными пучками. Образование "кинжального" шва при электронно-лучевой сварке. Импульсный нагрев, нестационарные тепловые процессы*.

4.2 Методические указания по изучению раздела

При изучении раздела «Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей» следует обратить внимание на преобразование кинетической энергии частиц в тепловую, физические процессы при проведении нестационарных тепловых процессов, характеристики и параметры сварных швов, конструкции и параметры сварочных установок, физические процессы в твердом теле при воздействии на него лазерного луча.

4.3 Вопросы для самопроверки

1. Назовите процессы, происходящие в твердом теле при импульсном и постоянном воздействии на него потоков заряженных частиц и лазерного излучения
2. Назовите технологические операции связанные с нагревом твердого тела потоками заряженных частиц и лазерного излучения
3. Назовите типы сварных швов при электронно-лучевой сварке.

Раздел 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц

5.1 Содержание раздела

Закалка поверхности стали при импульсном, лазерном и электронном нагреве. Повышение твердости и износостойкости металлов в результате ионного облучения. Связь толщины модифицированного слоя с параметрами

пучков. Коррозионная стойкость и ее увеличение при ионной бомбардировке*. Изменение проводимости полупроводников в результате ионной бомбардировки*. Аморфизация поверхностных слоев при интенсивной бомбардировке пучками заряженных частиц и лазерного излучения*.

5.2 Методические указания по изучению раздела

При изучении раздела «Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц» следует обратить внимание на способы изменения свойств поверхности твердого тела пучками заряженных частиц и лазерным излучением, изменение проводимости полупроводников, коррозионную стойкость поверхности твердых тел, аморфизацию поверхности твердых тел.

5.3 Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные параметры корпускулярно-лучевых установок
2. Как влияет энергия заряженных частиц на глубину модификации твердого тела?
3. Какими типами заряженных частиц наиболее целесообразно проводить операцию по изменению проводимости полупроводников?
4. Какими типами заряженных частиц наиболее целесообразно проводить операцию по повышению коррозионной стойкости поверхности твердых тел?

6 Практические занятия

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студентов по его теме. Для самостоятельной работы студенты используют рекомендованный на предыдущем занятии материал для подготовки — из учебника, лекций и учебных пособий. Этот вид работы студентами должен быть выполнен обязательно самостоятельно. После того, как студент решит задачу самостоятельно, можно быть уверенным, что он усвоил метод её решения.

Темы практических занятий приведены ниже:

1. Пробег электронов в твердом теле, рентгеновское излучение, вторичная эмиссия
2. Пробеги ионов в твердом теле, катодное распыление
3. Стационарный и импульсный нагрев твердых тел пучками ионов и электронов

7 Темы для самостоятельного изучения

Темы для самостоятельного изучения обобщают приобретенные знания и позволяют студенту самостоятельно решать задачи. Тематика

самостоятельных работ предполагает углубленное изучение нижепредложенных тем.

1. Отражение электронов и вторичная электронная эмиссия
2. Излучение твердых тел при бомбардировке, катодолюминесценция, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение
3. Химическое действие электронного облучения, стимулирование химических реакций, диссоциация сложных соединений, десорбция газов
4. Пробеги ионов в аморфных и монокристаллических веществах
5. Радиационные дефекты в веществе, вызванные ионной бомбардировкой
6. Отжиг радиационных дефектов
7. Химическое действие ионов с веществом
8. Преобразование кинетической энергии частиц в тепловую
9. Импульсный нагрев, нестационарные тепловые процессы
10. Коррозийная стойкость и ее увеличение при ионной бомбардировке
11. Изменение проводимости полупроводников в результате ионной бомбардировки
12. Аморфизация поверхностных слоев при интенсивной бомбардировке пучками заряженных частиц и лазерного излучения

Студент защищает реферат, по выбранной теме, на практическом занятии.

Заключение

В итоге изучения тем студент должен твердо, как минимум знать следующие вопросы.

1. Торможение и пробег электронов в твердом теле.
2. Отражение электронов и вторичная эмиссия.
3. Свечение твердого тела, возбуждаемое воздействием потока электронов.
4. Рентгеновское излучение при электронной бомбардировке.
5. Физико-химические превращения при облучении электронами.
6. Тепловые процессы при облучении пучком электронов.
7. Изменение свойств материалов под действием электронной бомбардировки.
8. Области применения электронных пучков.
9. Конструкции электронных источников.
10. Устройство электронно-лучевых установок.
11. Процессы торможения ионов в веществе
12. Потери энергии при торможении ионов в веществе
13. Пробег ионов
14. Процессы ионного (катодного) распыления
15. Вторичная ионно-электронная эмиссия
16. Химическое действие ионов
17. Области применения ионных пучков

18. Конструкции ионных источников
19. Устройство ионно-лучевых установок
20. Преобразование кинетической энергии частиц в тепловую
21. физические процессы при проведении нестационарных тепловых процессов
22. Характеристики и параметры сварных швов
23. Конструкции и параметры сварочных установок.
24. Физические процессы в твердом теле при воздействии на него лазерного луча.
25. Способы изменения свойств поверхности твердого тела пучками заряженных частиц и лазерным излучением
26. Изменение проводимости полупроводников
27. Коррозионная стойкость поверхности твердых тел
28. Аморфизация поверхности твердых тел.

Список литературы

1. Аксенов А.И., Арестов С.И. Источники ионов и плазмы металлов на основе вакуумно-дугового разряда: учебное пособие; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. – 81 с. – 49 экз.
2. Аксенов А.И., Носков Д.А. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: учебное пособие; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. – 111 с. – 49 экз.
3. Данилина Т.И., Кагадей В.А. Технология СБИС: учебное пособие ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 287 с.- 51 экз.
4. Данилина Т.И., Чистоедова И.А. Технология СБИС: учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника"; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 70 с. – 50 экз.
5. Левитский С.М. Сборник задач и расчетов по физической электронике : Учебное пособие для вузов - Киев : Издательство Киевского университета, 1964. - 210[2] с. – 14 экз.
6. Молоковский С.И., Сушков А.Д. Интенсивные электронные и ионные пучки. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1991. - 302[2] с – 9 экз.
7. Окс Е.М. Основы физики низкотемпературной плазмы. Методическое пособие. – Томск: ТУСУР, 1997. – 32 экз.

8. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения : монография ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Издательство научно-технической литературы, 2005. – 212 стр. - 5 экз.

9. Попов В.Ф., Горин Ю.Н. Процессы и установки электронно-ионной технологии : учебное пособие для вузов. - М. : Высшая школа, 1988. - 256 с. – 5 экз.

10. Сушков А.Д.. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 стр. - 37 шт.

11. Терехов В.А. Задачник по электронным приборам.: Учебное пособие. Изд. 3-е, перераб., доп.- СПб.: Лань, 2003.- 280с. – 5 экз.

12. Фридрихов С.А., Мовнин С.Н. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов .- М.: Высшая школа, 1982. - 17 шт.

Учебное пособие

Аксенов А.И.

Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники

Методические указания по самостоятельной работе

Усл. печ. л. _____ Препринт
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40