

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

Кафедра электронных приборов

ПРОЦЕССЫ ЛАЗЕРНОЙ И ЭЛЕКТРОННО-ИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления «Электроника и микроэлектроника»
(специальность «Электронные приборы и устройства»)

2012

Аксенов, Александр Иванович

Процессы лазерной и электронно-ионной технологии = Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: методические указания по самостоятельной работе для студентов направления «Электроника и микроэлектроника» (специальность «Электронные приборы и устройства») / 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. - 13 с.

Целью преподавания дисциплины «Процессы лазерной и электронно-ионной технологии» 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 «Электроника и микроэлектроника» (специальность «Электронные приборы и устройства») по дисциплине «Процессы лазерной и электронно-ионной технологии».

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.

ПРОЦЕССЫ ЛАЗЕРНОЙ И ЭЛЕКТРОННО-ИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов специальности «Электронные приборы и устройства»

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

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 Лабораторные занятия	8
7 Темы для самостоятельного изучения	9
Заключение	10
Список литературы	11

Введение

Целью преподавания дисциплины «Процессы лазерной и электронно-ионной технологии» 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 «Процессы лазерной и электронно-ионной технологии» 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 Лабораторные занятия

В процессе выполнения лабораторных занятий студент не только закрепляет теоретические знания, но и пополняет их. Вся работа при выполнении лабораторной работы разбивается на следующие этапы: вступительный, проведение эксперимента и обработка результатов.

Вступительный этап включает анализ полученного индивидуального задания, изучение рекомендуемых литературных источников по теме задания, знакомство с приборами, методами и схемами измерений.

В процессе домашней подготовки студент проверяет качество усвоения проработанного материала по вопросам для самоконтроля, относящимся к изучаемой теме. Без проведения такой предварительной подготовки к лабораторной работе студент не допускается к выполнению эксперимента.

Помимо домашней работы студенты готовятся к выполнению эксперимента также на рабочем месте: они уточняют порядок выполнения работы распределяют рабочие функции между членами бригады. В ходе аудиторной подготовки преподаватель путем собеседования выявляет и оценивает степень готовности каждого студента к проведению эксперимента и знание им теоретического материала. Студенты, не подготовленные к выполнению работы или не представившие отчеты по предыдущей работе, к

выполнению новой работы могут быть не допущены и все отведенное время для лабораторной работы должны находиться в лаборатории, изучать по рекомендованной литературе тот материал, с которым они не познакомились дома. К выполнению работы они могут быть допущены только после собеседования и в часы сверх расписания по договоренности с преподавателем. Все пропущенные лабораторные работы по уважительным или неуважительным причинам могут быть выполнены в конце семестра на дополнительных занятиях.

Второй этап работы – проведение эксперимента в лаборатории. На этом этапе очень важно, чтобы студент выполнил самостоятельно и грамотно необходимые измерения и наблюдения, укладываясь в отведенное для этого время. При организации своей работы для проведения эксперимента целесообразно исходить из рекомендаций, изложенных в руководствах для выполняемой лабораторной работы.

На последнем этапе работы студент производит обработку данных измерений и анализ полученных результатов.

Отчет студента по работе должен быть индивидуальным, составленным по установленной форме, и содержать следующие разделы: наименование работы; цель работы; индивидуальное задание; применяемая аппаратура; ее описание (система, класс, цена давления и т.д.); краткое изложение методики, схемы опытов; таблицы данных измерений; итог обработки результатов и расчетные формулы; графики; анализ результатов и погрешностей; фрагмент конструкции соединения. Анализ результатов является важной частью отчета.

Ниже приведены названия лабораторных работ.

1. Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом
2. Исследование процесса ионной обработки материалов
3. Исследование процесса электродугового напыления покрытий в вакууме
4. Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов

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. Коррозионная 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. Основы физики плазмы: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. / Голант В.Е., Жилинский А.П., Сахаров И.Е. - СПб.: Издательство "Лань", 2011. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1198-6. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1550
2. Рожанский В. А. Теория плазмы: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань». — 2012. — 320 с.: ил. Режим доступа http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2769
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Левитский С.М. Сборник задач и расчетов по физической электронике : Учебное пособие для вузов - Киев : Издательство Киевского университета, 1964. - 210 с.
8. Молоковский С.И., Сушков А.Д. Интенсивные электронные и ионные пучки. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1991. - 302[2] с.
9. Окс Е.М. Основы физики низкотемпературной плазмы. Методическое пособие. – Томск: ТУСУР, 1997.
10. 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.

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

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

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

14. Фридрихов С.А., Мовнин С.Н. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов .- М.: Высшая школа, 1982. - 608 с.

Учебное пособие

Аксенов А.И.

Процессы лазерной и электронно-ионной технологии

Методические указания к самостоятельной работе

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