



А. М. Светличный  
И. Л. Житяев

# Фотонно- стимулированные технологические процессы микро- и нанотехнологии





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южный федеральный университет»  
Инженерно-технологическая академия

**А. М. СВЕТЛИЧНЫЙ, И. Л. ЖИТЯЕВ**

**ФОТОННО-СТИМУЛИРОВАННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ**

*Учебное пособие*

Ростов-на-Дону – Таганрог  
Издательство Южного федерального университета  
2017

УДК 621.373.826(075.8) + 621.785.37(075.8)

ББК 32.847я73+34.65я73

C243

*Печатается по решению кафедры нанотехнологий и микросистемной техники Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета (протокол № 6 от 31 января 2017 г.)*

**Рецензенты:**

зам. директора по инновациям и науке ООО «Саунд»,  
доктор технических наук, профессор *К. В. Филатов*

профессор кафедры конструирования электронных средств  
Института нанотехнологий, электроники и приборостроения ЮФУ,  
доктор технических наук *С. П. Малюков*

**Светличный, А. М.**

C243 Фотонно-стимулированные технологические процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие / А. М. Светличный, И. Л. Житяев ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. – 104 с.

ISBN 978-5-9275-2395-5

В пособии рассмотрены взаимодействие световых потоков с полупроводниковой структурой, режимы обработки, процессы отжига и рекристаллизации поликремниевых и аморфных слоев, отжига и легирования полупроводниковых структур, формирование контактно-металлизационной системы, планаризация, а также получение диэлектрических пленок.

Учебное пособие может быть использовано при подготовке магистров по направлениям 28.04.01 – Нанотехнологии и микросистемная техника, 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств, 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника в курсе «Лучевые процессы нанотехнологии».

УДК 621.373.826(075.8) + 621.785.37(075.8)

ББК 32.847я73+34.65я73

ISBN 978-5-9275-2395-5

© Южный федеральный университет, 2017

© Светличный А. М., Житяев И. Л., 2017

© Оформление. Макет. Издательство Южного  
федерального университета, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
<b>1. Взаимодействие фотонного излучения с полупроводниковой поверхностью.....</b>	<b>10</b>
1.1. Оптические свойства полупроводниковой структуры.....	10
1.2. Распределение температурных полей в кремниевой подложке при сканировании лазерным лучом.....	15
1.3. Классификация режимов фотонной обработки.....	20
<b>2. Рекристаллизация аморфных и поликристаллических кремниевых слоев лазерным излучением.....</b>	<b>22</b>
2.1. Лазерная рекристаллизация полупроводников.....	22
2.2. Импульсная лазерная кристаллизация аморфных слоев.....	27
2.3. Лазерная кристаллизация поликремниевых лент.....	32
2.4. Лазерный отжиг структур.....	34
2.5. Механизмы отжига имплантированных полупроводниковых структур.....	38
<b>3. Лазерное легирование.....</b>	<b>44</b>
<b>4. Лазерно-стимулированное формирование контактов.....</b>	<b>49</b>
4.1. Формирование контактных областей с использованием эвтектических сплавов.....	49
4.2. Формирование силицидов в контактных областях.....	53
<b>5. Лазерно-стимулированное осаждение диэлектрических пленок.....</b>	<b>56</b>
5.1. Фотостимулированное осаждение диэлектрических пленок $\text{SiO}_2$ и $\text{Si}_3\text{N}_4$ с применением моно- и дисилана.....	56
5.2. Осаждение пленок оксида кремния из кремнийсодержащих органических соединений.....	62
5.2.1. Модель процесса фотоосаждения.....	66
<b>6. Лазерное осаждение металлов.....</b>	<b>72</b>
6.1. Вакуумное лазерное осаждение металлов.....	72
6.2. Лазерное локальное осаждение металлических пленок.....	76
6.3. Импульсное осаждение пленок алюминия из газовой фазы.....	77

6.4. Осаждение пленок вольфрама .....	78
6.5. Осаждение вольфрамовых контактов на сложные полупроводники .....	80
<b>7. Лазерно-стимулированные эпитаксиальные процессы осаждения кремниевых слоев .....</b>	<b>82</b>
7.1. Лазерно-стимулированные эпитаксиальные процессы.....	82
7.2. Лазерно-стимулированное эпитаксиальное осаждение пленок кремния.....	84
<b>8. Лазерно-стимулированное осаждение эпитаксиальных слоев соединений <math>A^{III}B^V</math> и <math>A^{II}B^{VI}</math> .....</b>	<b>87</b>
8.1. Лазерно-стимулированная эпитаксия соединений $A^{III}B^V$ .....	87
8.2. Лазерно-стимулированная эпитаксия соединений $A^{II}B^{VI}$ .....	89
<b>9. Лазерная технология создания перспективной элементной базы СБИС. Планаризация микроструктур .....</b>	<b>92</b>
9.1. Особенности конструкции и технология изготовления перспективных элементов СБИС с использованием лазерного излучения .....	92
9.2. Лазерная планаризация структур БИС.....	95
<b>Заключение .....</b>	<b>98</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>100</b>