

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ  
ПОВЕРХНОСТИ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВ**

**ПОД РЕДАКЦИЕЙ Б. Д. ЛУФТ**



**МОСКВА «РАДИО И СВЯЗЬ» 1982**

ББК 32.85  
Ф48  
УДК 621.315.592

Авторы: Б. Д. Луфт, В. А. Перевощиков, Л. Н. Возмилова,  
И. А. Свердлин, К. Г. Марин

Физико-химические методы обработки поверхно-  
Ф48 сти полупроводников/Б. Д. Луфт, В. А. Перевощиков,  
Л. Н. Возмилова и др.; Под ред. Б. Д. Луфт. — М.: Ра-  
дио и связь, 1982. — 136 с., ил.

50 к.

Изложены основы различных химических и физико-химических методов обработки поверхности полупроводников. Описаны методы химико-механического, химико-динамического, электрохимического, фотохимического, фотоэлектрохимического и плазмохимического травления и полирования монокристаллических подложек из кремния, германия и соединений  $III-V$ , а также химические и электрохимические методики локального травления полупроводников, препарирования кристаллов и эпитаксиальных структур. Систематизированы методы межоперационной и финишной очистки полупроводников от различных загрязнений.

Для инженеров-технологов, занимающихся разработкой и производством полупроводниковых микроприборов и интегральных микросхем.

Ф  $\frac{2403000000-109}{046(01)-82}$  82-82

ББК 32.85

6Ф0.3

РЕЦЕНЗЕНТ проф. Ю. Д. ЧИСТЯКОВ

Редакция литературы по конструированию  
и технологии производства радиоэлектронной аппаратуры

Берта Давыдовна Луфт  
Виктор Александрович Перевощиков  
Лидия Николаевна Возмилова и др.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Редактор Н. К. Калинина  
Художник И. В. Печенкин  
Художественный редактор Р. А. Клочков  
Технический редактор Л. А. Горшкова  
Корректор Н. В. Козлова  
ИБ № 133

Сдано в набор 17.02.1982 г. Подписано в печать 05.05.1982 г.  
Т-10021 Формат 60×90/16 Бумага кн.-журн. Гарнитура литературная Печать высокая  
Усл. печ. л. 8,5 Усл. кр.-отт. 9,0 Уч.-изд. л. 10,20 Тираж 4500 экз. Изд. № 19418  
Зак. № 25 Цена 50 к.  
Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Главпочтамт, а/я 693

Типография издательства «Радио и связь» Госкомиздата СССР  
101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

© Издательство «Радио и связь», 1982.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Глава первая. Основные вопросы технологии физико-химической обработки поверхности полупроводников	5
1.1. Требования к полупроводниковым материалам и подложкам	5
1.1.1. Требования к полупроводниковым материалам	5
1.1.2. Требования к полупроводниковым подложкам	7
1.2. Методы исследования и контроля качества полупроводниковых подложек	12
1.2.1. Методы контроля ориентации, качества поверхности и геометрических параметров подложек	12
1.2.2. Методы контроля и исследования нарушенного слоя монокристаллов	14
1.2.3. Методы контроля и исследования содержания остаточных загрязнений на поверхности подложек	16
1.3. Основные технологические процессы физико-химической обработки поверхности полупроводников	19
Глава вторая. Химические методы обработки поверхности полупроводниковых пластин	23
2.1. Общие положения. Классификация методов химической обработки поверхности полупроводников	23
2.2. Краткие сведения о процессах растворения и химического полирования полупроводников	26
2.3. Факторы, влияющие на эффективность химико-динамического полирования и качество поверхности полупроводниковых подложек	34
2.3.1. Основные параметры, определяющие эффективность ХДП и качество поверхности подложек	34
2.3.2. Влияние химического состава, электрофизических свойств и кристаллографической ориентации полупроводника	36
2.3.3. Химический состав травителя и способ его приготовления	38
2.3.4. Влияние предшествующей обработки подложек полупроводников. Глубина и скорость химического полирования	43
2.3.5. Технологические условия и устройства для химико-динамического полирования	46
2.3.6. Состояние поверхности подложки после химического полирования	50
Глава третья. Физико-химические методы подготовки поверхности полупроводниковых подложек в планарно-эпитаксиальной технологии	52
3.1. Химико-механическое полирование полупроводниковых подложек	52
3.1.1. Химико-механическое полирование кремния и германия	54
3.1.2. Химико-механическое полирование полупроводниковых соединений типа $A^{III}B^V$	56
3.2. Химико-динамическое полирование полупроводниковых подложек в жидких средах	60
3.2.1. Химико-динамическое полирование подложек из кремния и германия	60
3.2.2. Химико-динамическое полирование полупроводниковых подложек соединений типа $A^{III}B^V$	62
3.3. Совмещенная технология обработки поверхности полупроводников	74
3.4. Межоперационная и финишная очистки поверхности полупроводниковых подложек	76
3.4.1. Межоперационная очистка подложек	76
3.4.2. Финишная очистка подложек Si, Ge и соединений типа $A^{III}B^V$	80
3.4.3. Ионно-плазменные процессы финишной очистки	83
3.5. Плазмохимическое травление поверхности полупроводников	86
3.6. Влияние качества обработки поверхности подложек на электрофизические параметры эпитаксиальных структур и полупроводниковых приборов	89

Стр.

<b>Глава четвертая. Электрохимические методы обработки поверхности полупроводниковых подложек</b> . . . . .	<b>93</b>
4.1. Краткие сведения об анодных процессах на полупроводниках . . . . .	93
4.2. Анодное окисление полупроводников . . . . .	97
4.3. Особенности анодных процессов на полупроводниках при периодическом токе . . . . .	99
<b>Глава пятая. Применение физико-химических методов обработки поверхности полупроводников в микроэлектронике</b> . . . . .	<b>102</b>
5.1. Анизотропное травление . . . . .	102
5.1.1. Общие сведения . . . . .	102
5.1.2. Получение микрорельефа локальным травлением . . . . .	107
5.1.3. Составы анизотропных травителей . . . . .	114
5.2. Получение тонких пластинок и мембран . . . . .	119
5.3. Фотохимическое травление . . . . .	121
5.4. Выявление $p-n$ -переходов и границ в эпитаксиальных структурах . . . . .	123
5.5. Выявление дислокаций . . . . .	126
Список литературы . . . . .	129