

УДК 621.3.049.77 (075.8)
ББК 32.85
Ц27

Издание доступно в электронном виде по адресу
ebooks.bmstu.press/catalog/44/book1915.html

Факультет «Машиностроительные технологии»
Кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н. Э. Баумана в качестве учебного пособия*

Цветков, Ю. Б.
Ц27 Процессы и оборудование микротехнологии: Модули 1 и 2 : учебное пособие / Ю. Б. Цветков. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — 122, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-4864-7

Дано описание общей последовательности процессов микротехнологии на примерах производства интегральных микросхем и кремниевого микродатчика давления. Рассмотрены основные этапы получения кремниевых монокристаллических пластин, ключевые операции микротехнологии — изготовление кремниевых пластин, оксидирование. Акцентируется внимание на взаимосвязи между свойствами материалов, структуры, устройством и электрическими характеристиками микроструктур. Рассмотрены физико-химические модели и методы анализа качества технологических процессов микротехнологии.

Для студентов МГТУ им. Н. Э. Баумана, обучающихся по направлениям «Электроника и микроэлектроника» и «Наноинженерия».

УДК 621.3.049.77 (075.8)
ББК 32.85

ISBN 978-5-7038-4864-7

- © МГТУ им. Н. Э. Баумана, исключительное право, 2018.
- © Цветков Ю. Б., авторские права, 2018.
- © Оформление. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Содержание

Предисловие	3
Введение	6
Модуль 1	
Технологический анализ изделий микротехнологии	12
1.1. Интегральные микросхемы как объект производства.	13
1.1.1. Структура и принцип действия КМОП-микросхем.	13
1.1.2. Технология КМОП-микросхем	18
1.2. Особенности производства микроэлектромеханических систем	37
1.2.1. Принцип действия и структура микродатчика давления.	38
1.2.2. Технические характеристики микродатчика давления	40
1.2.3. Технология изготовления чувствительного элемента	41
1.2.4. Монтаж кремниевого чувствительного элемента на стеклянное основание.	47
Заключение	48
Задания для самостоятельной работы и самоконтроля	49
Ресурсы сети Интернет к модулю 1	52
Приложения к модулю 1	53
Приложение 1. Параметры металлических межсоединений	53
Приложение 2. Особенности формирования медных межсоединений	55
Приложение 3. Диэлектрические свойства материалов микротехнологии	58
Приложение 4. Тензо- и пьезоэффект в кремнии	61
Модуль 2	
Изготовление монокристаллических кремниевых пластин	64
2.1. Кремниевые пластины как объект производства.	65
2.1.1. Электрические параметры	67
2.1.2. Геометрические параметры	68
2.2. Получение монокристаллического кремния	77
2.2.1. Этапы производства кремния.	78

2.2.2. Выращивание монокристаллов	82
2.2.3. Обработка кремниевых слитков и пластин	88
2.3. Термическое оксидирование кремния	105
2.3.1. Свойства диоксида кремния	105
2.3.2. Структура диоксида кремния	106
2.3.3. Получение диоксида кремния термическим оксидированием	108
2.3.4. Стадии оксидирования	109
2.3.5. Модель роста оксида Дила — Гроува (Deal — Grove).	110
2.3.6. Промышленная реализация термического оксидирования	115
Заключение	118
Задания для самостоятельной работы и самоконтроля	119
Ресурсы сети Интернет к модулю 2	121