

УДК 621.3.049.75:776  
ББК 32.85  
Б72

Издание доступно в электронном виде по адресу  
<https://bmstu.press/catalog/item/6888/>

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

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

**Боброва, Ю. С.**

Б72 Контактная фотолитография и травление тонкопленочных структур : практикум / Ю. С. Боброва, Ю. Б. Цветков. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. — 43, [1] с.  
ISBN 978-5-7038-5369-6

Рассмотрен процесс фотолитографии. Изложено описание процедур проведения экспериментов по определению разрешающей способности операций фотолитографии и жидкостного травления тонкопленочных медных структур. Представлена методика обработки полученных результатов травления и выявления на их основе бокового подтравы токопроводящих структур и неравномерности тонкопленочного покрытия по площади заготовки.

Для студентов, изучающих дисциплины «Технология и оборудование микро- и нанoeлектроники», «Процессы и оборудование микро-технологии».

УДК 621.3.049.75:776  
ББК 32.85

*Учебное издание*

**Боброва Юлия Сергеевна, Цветков Юрий Борисович**

## **Контактная фотолитография и травление тонкопленочных структур**

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 27.11.2020. Формат 60×90/16.  
Усл. печ. л. 2,75. Тираж 50 экз. Изд. № 610-2019. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.  
[press@baumanpress.ru](mailto:press@baumanpress.ru) <https://bmstu.press>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1. [baumanprint@gmail.com](mailto:baumanprint@gmail.com)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020

ISBN 978-5-7038-5369-6

## Оглавление

|  |           |
|--|-----------|
| Предисловие .....  | 3         |
| <b>1. Теоретическая часть .....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1. Краткое описание процесса фотолитографии .....  | 5         |
| 1.1.1. Характеристики фоторезистов .....   | 6         |
| 1.1.2. Этапы фотолитографии при использовании пленочного фоторезиста .....                   | 9         |
| 1.2. Погружное химическое травление. Боковой подтрав .....                                   | 10        |
| <b>2. Лабораторное оборудование .....</b>  | <b>13</b> |
| 2.1. Ламинатор Mega Electronics GX12 .....   | 13        |
| 2.2. Установка контактного экспонирования Mega Electronics AZ210 .....                       | 15        |
| 2.3. Цифровой USB-микроскоп Levenhuk DTX 90 .....  | 16        |
| 2.4. Измеритель параметров RLC CHY Firemate E7-22 .....                                      | 17        |
| <b>3. Практическая часть .....</b>   | <b>19</b> |
| 3.1. Лабораторная работа № 3. Оценка разрешающей способности контактной фотолитографии ..... | 19        |
| 3.1.1. Определение оптимального времени экспонирования .....                                 | 19        |
| 3.1.2. Оценка времени экспонирования по шаблону с градацией оптической плотности .....       | 20        |
| 3.2. Порядок выполнения лабораторной работы № 3 .....  | 22        |
| Тестовые задания к лабораторной работе № 3 .....   | 24        |
| Задания и вопросы для защиты лабораторной работы № 3 .....                                   | 26        |
| 3.3. Лабораторная работа № 4. Оценка бокового подтрав тонкопленочных структур .....          | 26        |
| 3.3.1. Распределение электрического сопротивления структур по полю заготовки .....           | 28        |
| 3.3.2. Оценка бокового подтрав тонкопленочных структур .....                                 | 29        |
| 3.4. Порядок выполнения лабораторной работы № 4 .....  | 29        |
| Тестовые задания к лабораторной работе № 4 .....   | 31        |
| Задания и вопросы для защиты лабораторной работы № 4 .....                                   | 33        |
| <b>4. Общие правила безопасности при выполнении лабораторных работ .....</b>                 | <b>34</b> |
| <b>5. Оценка качества выполнения лабораторных работ .....</b>                                | <b>36</b> |
| Литература .....   | 38        |
| Приложение 1 .....   | 39        |
| Приложение 2 .....   | 41        |