



ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО ФОТОРЕЗИСТА ФН-16У ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ

APPLICATION OF NEW FN-16U PHOTORESIST TO CREATE SEMICONDUCTOR DEVICES

КУЗНЕЦОВА НИНА АЛЕКСАНДРОВНА

ФГУП «Государственный научный центр «Научно-исследовательский институт органических полупродуктов и красителей» (ФГУП «ГНЦ «НИОПИК»)
123001, г. Москва, ул. Б. Садовая, 1/4
lab32@niopik.ru

KUZNETSOVA NINA A.

Federal State Unitary Enterprise "State Scientific Center "Organic Intermediates and Dyes Institute" (FSUE "SSC "NIOPIK")
1/4 B. Sadovaya St., Moscow, 123001
lab32@niopik.ru

Фоторезист ФН-16У — новый материал для создания металлических контактов и токопроводящих дорожек в полупроводниковых приборах и устройствах методом «взрывной» фотолитографии.

Ключевые слова: *негативный фоторезист; металлизация; «взрывная» литография.*

Photoresist FN-16U is a new material for the creation of metal contacts and conductive paths in semiconductor devices by “lift-off” photolithography.

Keywords: *negative photoresist; metallization; lift-off lithography.*

Технология формирования микросхем на полупроводниковых пластинах включает в себя металлизацию подложки для создания металлических контактов и токопроводящих дорожек. Технологические стадии металлизации методом «взрывной» фотолитографии (lift-off) представлены на рис. 1. К резистам для «взрывной» фотолитографии предъявляются особые требования: отрицательный наклон боковых стенок (нависающий

профиль), высокая температурная стабильность, низкая дегазация в вакууме [2].

Для металлизации подложек методом «взрывной» фотолитографии во ФГУП «ГНЦ «НИОПИК» разработан новый негативный фоторезист ФН-16У. Фоторезист ФН-16У может также быть использован в качестве защитного светочувствительного материала в прецизионных фотолитографических процессах

при изготовлении полупроводниковых приборов и интегральных схем, а также для процессов физического напыления (PVD).

Показано, что «взрывная» фотолитография с фоторезистом ФН-16У позволяет производить качественную металлизацию подложек, в том числе тугоплавкими металлами (например платиной) [3, 4] без использования установок ионно-лучевого травления. В технологии можно использовать как проекционный, так и контактный способ формирования скрытого изображения в пленке фоторезиста. Если при контактной печати отрицательный угол формировался сверху

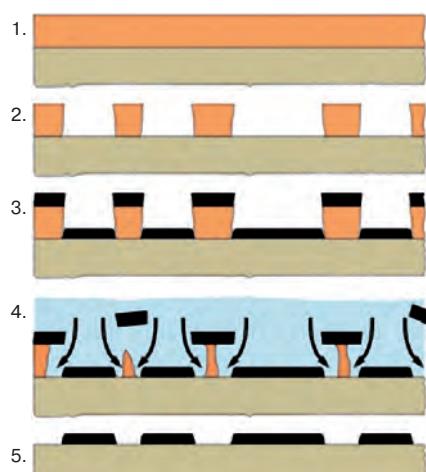


Рис. 1. Иллюстрация металлизации подложки методом «взрывной» фотолитографии ([1], адаптировано): 1 — подложка с нанесенным слоем фоторезиста (верхний слой); 2 — элементы фоторезиста с отрицательным углом наклона боковых стенок, полученные после экспонирования и проявления; 3 — то же с нанесенным металлом; 4 — «взрыв»: удаление элементов фоторезиста с нанесенным на них металлом в растворителе; 5 — профиль полученного рисунка металлизации подложки

Таблица 1. Режимы проведения операций «взрывной» фотолитографии с ФН-16У

Наименование операции	Режимы проведения операции
Нанесение	Центрифугирование
Сушка	В термошкафу (90 °C, 40 мин.) либо на горячей плите (95 °C, 7 мин.)
Экспонирование	Энергия экспонирования пленки 100–150 мДж/см ²
Постэкспозиционная сушка	В термошкафу при 97–98 °C, 20 мин. либо на горячей плите при 105 °C, 2 мин.
Проявление	Проявитель — ПП-051МС (гидроокись тетраметил аммония, 0,26 г-экв/л)
Нанесение слоя металла и «взрыв»	Удаление при «взрыве» — в ацетоне или диметилформамиде при комнатной температуре

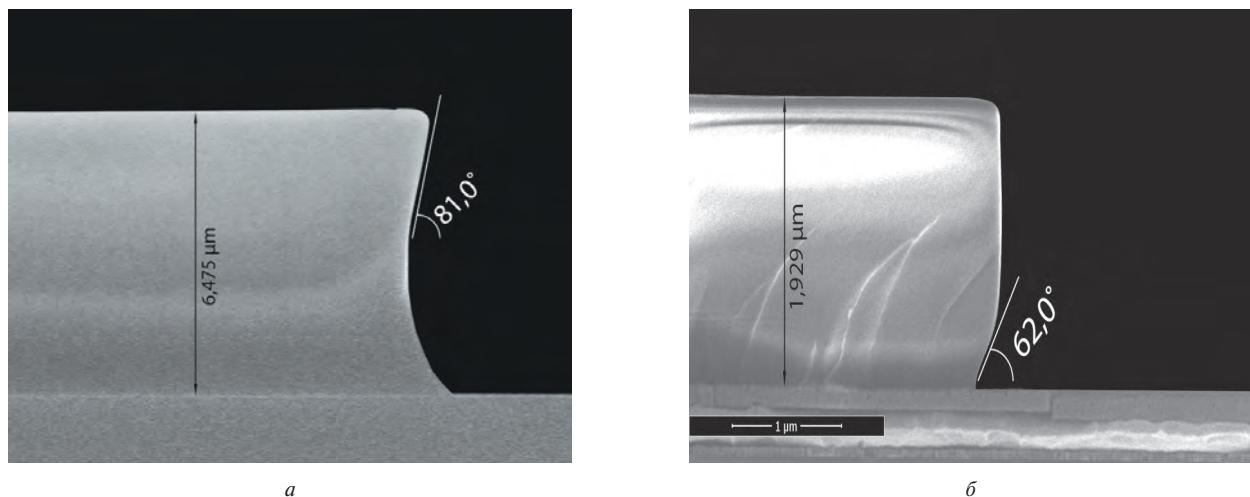


Рис. 2. Профили скола маски фоторезиста ФН-16У, полученные методом контактной (а) и проекционной (б) печати

слоя фоторезиста, то в случае проекционной печати боковая стенка вертикальна, отрицательный угол сформирован у подложки (рис. 2). Такое различие объясняется разным распределением света по глубине слоя пленки фоторезиста.

Взрывная фотолитография с ФН-16У опробована на различных подложках: оксидированный кремний, GaAs, сегнетоэлектрики (например титанат бария) и другие. Показано, что фоторезист хорошо взрывается даже при разбавлении до толщины пленки 0,8 мкм.

При необходимости можно произвести задубливание проявленной маски ФН-16У. Так, если после обработки пленок фоторезиста ФН-16У-7 (толщина слоя 7 мкм) в режимах экспозиции, сушки и проявления, рекомендуемых для «взрыва», произвести их выдержку в течение 20 минут при 150 °C, то происходит полное затекание 5 мкм. Это свидетельствует о недостаточной термостабильности. В то же время после обработки пленок фоторезиста ФН-16У-7 в более жестких условиях (экспозиция в два раза дольше и сушка при 140 °C) наблюдается полная сшивка как экспонированных, так и неэкспонированных участков. Поэтому для задубливания и получения термостабильной маски предлагается не просто дольше экспонировать, а сначала экспонировать как обычно, затем проявлять, затем засвечивать без

маски дозой $>1 \text{ Дж/см}^2$ и выдержать одну минуту при температуре 110 градусов. После обработки таким образом получены рельефы, выдержавшие более 200 °C.

Фоторезист ФН-16У опробован с положительным результатом на 10 предприятиях. Возможен выпуск любой модификации, обеспечивающей толщину пленок от 0,5 до 7,5 мкм. Фоторезисты серии ФН-16У чувствительны к i-лини (365 нм). Для проявления рекомендуется использовать безметалльный проявитель ПП-051МС на основе 2,38%-го водного раствора тетраметиламмония гидроксида. Для этого фоторезиста выпускается разбавитель РУ-1, который можно использовать для уменьшения толщины пленки.

ЛИТЕРАТУРА

1. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lift-off-Verfahren_\(Halbleitertechnik\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lift-off-Verfahren_(Halbleitertechnik).svg).
2. Моро У. Микролитография. — М.: Мир, 1990. — 1239 с.
3. Кузнецова Н.А., Эрлих Р.Д., Соловьев В. В. Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника, 2017. — Вып. 1(165). — С. 44–46.
4. Афанасьев М. М., Кузнецова Н. А., Чальцева Т. В. Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника, 2018.

