

УДК 776

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ФОТОЛИТОГРАФИИ. РЕЗИСТЫ

Андрей Борисович Рожнов

старший преподаватель

smart-68@yandex.ru

Владимир Анатольевич Швецов

студент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье описываются основные стадии технологического процесса фотолитографии. Представлено описание планарной технологии. Рассмотрены фоторезисты и исследована их роль в технологическом процессе фотолитографии. Описаны основные критерии применимости фоторезистов. Рассмотрено влияние светочувствительности, кислотостойкости и адгезии фоторезистов на качество процесса фотолитографии.

Ключевые слова: фотолитография, адгезия, планарная технология, светочувствительность, кислотостойкость.

Технология полупроводникового производства базируется в настоящее время на таких сложных прецизионных процессах обработки, как фото- и электролитография, оксидирование, ионно-плазменное распыление, ионная имплантация, диффузия, термокомпрессия и др.

К материалам, используемым в производстве приборов и микросхем, предъявляют высокие требования по чистоте и совершенству структуры. Для осуществления большинства технологических операций используют уникальное по характеристикам оборудование: оптико-механическое, термическое, ионно-лучевое [1, 2]. Процессы осуществляются в специальных беспыльных, помещениях с заданными влажностью и температурой.

Значимость технологии в производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем особенно велика. Именно постоянное совершенствование технологии полупроводниковых приборов, начиная со времени создания первых транзисторов, привело на определенном этапе ее развития к изобретению микросхем, а в дальнейшем к широкому их производству.

Фотолитография является одним из основных процессов в общем цикле изготовления широкого класса полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Этот процесс стоит в одном ряду с такими процессами, как диффузия и ионное легирование, эпитаксия и окисление, вакуумно-термическое испарение и химическая обработка.

Под фотолитографией понимают процесс образования на поверхности подложки с помощью светочувствительных материалов локальных защитных участков пленки (микроизображение), рельеф которых повторяет рисунок топологии прибора или схемы, и последующего переноса этого микроизображения на подложку [3, 4].

Фотолитография является основным технологическим процессом при производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

Фотолитография используется перед каждой технологической операцией, только наносятся различные участки локальной пленки.

Сущность процесса фотолитографии заключается в следующем. На поверхность специально обработанной пластины (подложки) наносят тонкий слой светочувствительного материала – фоторезиста [3, 5]. После высыхания фоторезиста на исходной подложке образуется прочная пленка. Облучение этой пленки фоторезиста через прижатый к ней фотошаблон (контактная печать) актиничным светом приводит к изменению ее свойств. Проявление и полимеризация пленки фоторезиста позволяют получить в ней рельеф нужного рисунка, т. е. открытые (свободные от пленки фоторезиста) и закрытые (наличие пленки фоторезиста) участки пленки. Образовавшийся в пленке фоторезиста рельеф определенного рисунка переносят на подложку.

Под актиничным светом понимают световое излучение, воздействующее на фоторезист, вызывающее протекание фотохимических реакций и изменение растворимости облученных участков фоторезиста.

Образующиеся в пленке фоторезиста «окна» позволяют проводить ряд важнейших технологических операций: локальное травление подложки с целью удаления слоя полупроводникового материала и создания мезаструктур, удаление защитных диэлектрических слоев SiO_2 и Si_3N_4 с целью вскрытия «окон» под диффузию, а также вытравливание металлических слоев с целью создания омических контактов и токоведущих дорожек сложной геометрической формы [4, 6].

Преимуществами процесса фотолитографии являются универсальность, массовость, технологичность, возможность автоматизации. С помощью фотолитографии на одной подложке можно получить большое число элементов будущих приборов и микросхем, что позволяет проводить групповую обработку подложек по заранее выбранному технологическому маршруту.

Процесс фотолитографии известен давно. Он широко используется в полиграфическом производстве. Однако в технологии изготовления полупроводниковых приборов и интегральных микросхем он получил свое особое, более глубокое развитие. С помощью фотолитографии в полупроводниковой технологии произошел качественный переход от

производства печатных плат с размером элементов в несколько миллиметров до сверхбольших интегральных микросхем с размерами отдельных элементов менее 1 мкм [4, 6].

Фотолитография развивается в двух направлениях: постоянное совершенствование высокоточного оборудования и технологических процессов с целью стабильного воспроизводства формы и размеров рисунка и разработка новых приемов, позволяющих расширить предельные возможности процесса создания рисунка на подложке.

Фотолитография является сложным комплексным технологическим процессом, включающим в себя механические, оптические, физические, физико-химические и химические процессы. К ним относятся: выбор исходного светочувствительного материала (фоторезиста), его очистка и обработка; подготовка подложек (химико-динамическая очистка); формирование светочувствительных пленок на поверхности подложки; операция термообработки, экспонирования, проявления, химического травления [4, 5].

Возможности применения процесса литографии определяются тремя параметрами: разрешением, точностью совмещения и производительностью.

Предельные возможности и тенденции развития электронно-лучевой литографии основным преимуществом литографии с непосредственным формированием топологии электронным лучом являются возможность получения субмикронного разрешения и большая точность межуровневого совмещения по сравнению с основными литографическими методами. Кроме того, электронно-лучевые системы могут быть легко перестроены для выполнения различных литографических операций.

Список литературы:

1. Введение в нанотехнологию // Н. Кобаяси; пер. с японск. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 134 с.
2. Сингатулин Р.С., Гордеев А.С., Мишин Б.С. Анализ электромагнитных систем, используемых для определения электрофизических

параметров биологических веществ в сельском хозяйстве // В сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы XI Международной научно-практической конференции. – Ульяновск, 2021. С. 199-205.

3. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. М.: Высшая школа, 1986. 234 с.

4. Мишин Б.С., Гордеев А.С. Структура системы позиционирования рабочего органа сельскохозяйственной машины в магнитном поле токнесущего проводника // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3. С. 163.

5. Березин А.С., Мочалкина О.Р. Технология и конструирование интегральных микросхем. Учебное пособие для высших учебных заведений. - М.: Радио и связь, 1992. 86 с.

6. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 321 с.

UDC 776

PHOTOLITHOGRAPHY PROCESS. RESIST

Andrey B. Rozhnov

Senior Lecturer

smart-68@yandex.ru

Vladimir A. Shvetsov

student

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article describes the main stages of the photolithography process. Description of planar technology is given. Photoresists are considered and their role in the technological process of photolithography is investigated. The main criteria for the applicability of photoresists are described. Influence of photosensitivity,

acid resistance and adhesion of photoresists on quality of photolithography process is considered.

Key words: photolithography, adhesion, planar technology, photosensitivity, acid resistance.