

УДК 776.19

ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОГО ПОЗИТИВНОГО ФОТОРЕЗИСТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗАЩИТНОГО РЕЛЬЕФА НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

*Валерия Васильевна Сутакова⁽¹⁾, Георгий Игоревич Шиянов⁽¹⁾,
Анастасия Владиславовна Нечипоренко⁽²⁾, Никита Сергеевич Смирнов⁽²⁾*

*Студент 3 курса⁽¹⁾, магистрант 1 года⁽²⁾,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Ю.С. Боброва,
ассистент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

3D-MID (объемная схема на пластике) представляет собой 3D основание из литого высокотемпературного термопласта, на котором выполнены 3D проводники и контактные площадки. 3D-MID-технология обеспечивает высокую гибкость проектирования за счет возможности интеграции электронных, механических и оптических элементов, широких возможностей относительно формы устройства, его миниатюризации. Среди других преимуществ данной технологии стоит отметить меньшее число входящих в состав элементов конструкции, повышенную надежность, меньшую материалоемкость [1]. Токпроводящие проводники в 3D-MID-технологии могут быть получены как за счет лазерного структурирования поверхности специальных пластиков с последующим восстановлением металла, так и за счёт травления металлического покрытия.

Помимо объемных схем на пластиках и различных видов декоративной продукции с металлическими рисунками на поверхности существует потребность в рефлекторах для твердотельных лазеров с диодной накачкой [2]. Зеркальный отражатель для осевой накачки представляет собой сапфировый или кварцевый цилиндр с тонкопленочным покрытием из серебра (реже золота, алюминия или меди). На поверхности отражающего покрытия посредством сочетания операций фотолитографии и травления сформированы окна (см. рис.1).



Рис.1. Отражатели с серебряным покрытием для лазеров с диодной накачкой [2]

Для осуществления размерного травления окон на цилиндрических поверхностях предварительно необходимо сформировать защитный рельеф. Криволинейность поверхности накладывает ограничение на применяемые для этого материалы, а также способы их нанесения и экспонирования. Рекомендуется применять жидкие фоторезисты с динамической вязкостью до 250 сП, наносимые методом аэрозольного распыления [3]. Экспонирование предлагается делать с применением пленочных фотошаблонов, фиксируемых на цилиндрической поверхности, с последующим всесторонним засвечиванием излучением необходимого спектра.

В ходе эксперимента при формировании защитного рельефа на цилиндрической поверхности использовался жидкий позитивный фоторезист Positiv 20, нанесенный аэрозольным методом. Экспонирование выполнялось на установке двухстороннего экспонирования Mega Electronics AZ210, после модернизации способной работать с объемными заготовками.

Для подбора режима экспонирования и проявления фоторезиста Positiv 20 были проведены эксперименты на плоских подложках. Исходя из полученных результатов, были составлены следующие рекомендации:

- Для обеспечения равномерного по толщине покрытия, жидкий фоторезист следует распылять непрерывными зигзагообразными движениями, на подложку, находящуюся в вертикальном положении, с расстояния 20 см.
- Рекомендуемая температура сушки в термостатическом лабораторном сушильном шкафу составляет 60-70 °С в течение 20 минут.
- Оптимальным временем экспонирования при толщине 8 мкм является 30 с.
- Для проявления используется 1%-й водный раствор NaOH, время проявления лежит в пределах от 30 до 60 с.
- Снятие фоторезиста осуществляется в изопропиловом спирте.

Опираясь на составленные рекомендации по применению жидкого позитивного фоторезиста, был проведен процесс фотолитографии на кварцевом цилиндре. При использовании Positiv 20 невозможно обеспечить равномерную толщину из-за стекания жидкого фоторезиста на нижнюю часть цилиндра. Экспонирование проводилось в течение 30 с, т.к. этого времени достаточно для деструкции фотополимера под действием излучения на всю глубину. Результат эксперимента представлен на рис. 2.

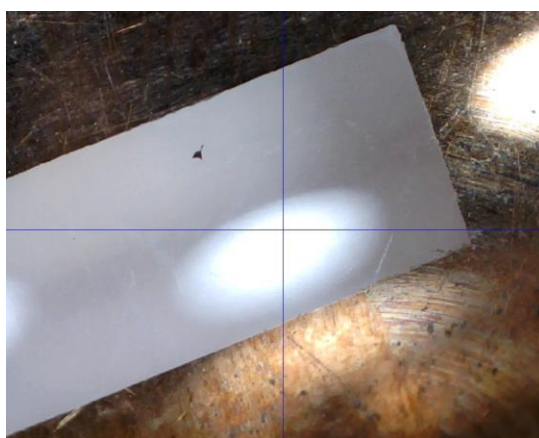


Рис.2. Окно в тонкой медной пленке на цилиндрической поверхности

Анализируя полученные результаты, был сделан вывод, что жидкий фоторезист в сочетании с ручным методом аэрозольного распыления можно применять для получения защитного рельефа на криволинейных поверхностях. При нанесении

жидкого фоторезиста нужно обращать внимание на чистоту поверхности, на которую будет нанесен слой, распылять следует непрерывными зигзагообразными движениями, с расстояния 20 см. Толщину полученной плёнки можно оценить по его цвету. Время экспонирования подбирать в соответствии с полученной толщиной пленки.

Литература

1. *Антон Нисан*. 3D-MID: области применения и технологии производства // Поверхностный монтаж. 2011. №3 С. 10-13.
2. LT-PYRKAL [Сайт]: Specular Reflectors for DP Lasers – Режим доступа: <http://www.lt-pyrkal.com/en/products/optics/9> (дата обращения: 14.03.18).
3. *Боброва Ю. С., Андроник М.* Нанесение жидких фотополимеров высокой вязкости // Технологии в электронной промышленности, 2017. – №3. – С.18-34.