

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЕ ОСАЖДЕНИЕ МЕДИ ИЗ ГЛУБОКИХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ОТВЕРСТИЙ

Елтышева Е. А. (ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Синев Д. А. (ИТМО)

Введение. Важным этапом производства двусторонних и многослойных плат является металлизация сквозных и глухих отверстий. Взаимосвязь между металлическим покрытием стенок отверстия и слоями напрямую влияет на электрические характеристики и надёжность печатной платы [1]. Для металлизации отверстий печатных плат могут применяться химические методы с последующим гальваническим осаждением или методы прямой металлизации, также с последующим гальваническим осаждением [2,3]. Химические методы металлизации используют для активации поверхности подложки соли олова с последующей обработкой в растворе соли палладия, что делает метод неэкологичным и дорогостоящим [3]. Процессы прямой металлизации являются более стабильными и безопасными, так как не используют формальдегид, однако всё равно остаются дорогостоящими и многостадийными [4]. В качестве альтернативного метода предлагается метод лазерно-индуцированного осаждения меди из глубоких эвтектических растворителей [5]. Данный метод позволяет создавать токопроводящие покрытия на поверхности стенок отверстий без предварительной активации, является более экологичным и позволяет существенно снизить временные и денежные затраты на металлизацию. В данной работе была показана возможность металлизации отверстий методом лазерно-индуцированного осаждения из глубоких эвтектических растворителей, исследованы методы лазерного сканирования для получения сплошного проводящего покрытия внутри отверстия, а также критерии выбора схемы обработки от диаметра отверстия.

Основная часть. В настоящей работе в качестве источника лазерного излучения была использована технологическая установка МиниМаркер 2 на базе волоконного импульсного Yb-лазера ($\lambda = 1070$ нм, средняя мощность до 20 Вт). В качестве подложки использовался стеклотекстолит толщиной 1 мм. Исследуемые диаметры отверстий составили 0,5; 0,8; 1 и 2 мм. Характеристики полученных покрытий варьировались с помощью управления значениями регулируемых параметров, а также подбора метода сканирования, была показана принципиальная возможность металлизации отверстий методом лазерно-индуцированного осаждения меди из глубокого эвтектического растворителя. При обработке с одной стороны подложки покрытие получается неравномерным, так как нижние слои растворителя прогреваются и вытекают из отверстия, из-за чего медь не оседает на стенках отверстия, в связи с чем было предложено формировать структуры в два этапа, с помощью повторного экспонирования с тыльной стороны образца. Также на результат осаждения влияет количество наносимого растворителя, так как меди в растворе может быть недостаточно для равномерного покрытия. Для решения данной проблемы был предложен метод многократных экспонирований с добавлением растворителя в отверстие, для получения сплошного покрытия. Для получения более равномерного распределения интенсивности излучения и предотвращения перегрева осадка был предложен метод обработки расфокусированным пучком.

Заключение. В настоящей работе показана возможность металлизации отверстий в стеклотекстолите методом лазерно-индуцированного осаждения. Полученные покрытия обладают сопротивлением не более 100 Ом и адгезией к подложке не менее 3 баллов по ГОСТ 31149–2014. Показана карта режимов металлизации отверстий для различных диаметров отверстий. Срезы полученных структур были исследованы с применением оптической и электронной микроскопии (SEM), а также методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX). Также время создания проводящих поверхностей внутри отверстий

гораздо меньше, чем при металлизации традиционными методами. Таким образом, метод показывает возможность его применения для металлизации отверстий, которая остается вызовом в области создания печатных плат.

Коллектив авторов благодарит Научный парк СПбГУ, а именно Междисциплинарный ресурсный центр по направлению «Нанотехнологии», ресурсные центры «Рентгенодифракционные методы исследования» и «Оптические и лазерные методы исследования вещества» за помощь в проведении SEM и EDX. Коллектив авторов благодарит Е. А. Авилову, И. И. Тумкина и Е. М. Хайруллину за ценные обсуждения.

Список использованных источников:

- 1) Andreev, S., Tzanova, S., & Spasova, N. (2018). Three Methods for PCB Via Metallization - Investigation and Discussion. 2018 IX National Conference with International Participation (ELECTRONICA), 1-3. <https://doi.org/10.1109/ELECTRONICA.2018.8439399>.
- 2) Терешкин В., Григорьева Л., Фантгоф Ж. Металлизация отверстий печатных плат //Производство электроники, технологии, оборудование, материалы. – 2006. – №. 1. – С. 64-66.
- 3) Li, J., Zhou, G., Wang, J., Hong, Y., He, W., Wang, S., Wang, C., Chen, Y., Wenjun, Y., Ma, C., Miao, H., Zhou, J., & Chen, Q. (2019). Nickel-nanoparticles-assisted direct copper-electroplating on polythiophene conductive polymers for PCB dielectric holes. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. <https://doi.org/10.1016/J.JTICE.2019.04.014>.
- 4) Григорьев П., Шимчук Т., Цивинская Т. Анализ технологий прямой металлизации отверстий печатных плат //Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2019. – №. 1. – С. 128-136.
- 5) Avilova E. A. et al. Direct laser writing of copper micropatterns from deep eutectic solvents using pulsed near-IR radiation //Nanomaterials. – 2022. – Т. 12. – №. 7. – С. 1127.