

СОЗДАНИЕ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Авилова Е.А., Елтышева Е.А., Заикина М.А. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к. т. н. Синев Д.А. (Университет ИТМО)

В рамках настоящей работы были изучены возможности метода лазерно-индуцированного осаждения меди из глубоких эвтектических растворителей для создания планарных электрических элементов на поверхности диэлектрических подложек. Представлено создание таких прототипов, как токопроводящие контуры, электроды и элементы электрических цепей. Контроль структур осуществлялся с применением оптической, электронной и энергодисперсионной микроскопии.

Введение. Активное развитие устройств, основанных на планарных электрических элементах и цепях (к примеру, гибких сенсоров, RFID меток, электродов с трафаретной печатью, элементов печатных плат, элементов носимой электроники) формирует запрос на разработку новых методов создания элементов сложных и уникальных конфигураций на диэлектрических подложках (в том числе гибких). Метод лазерно-индуцированного осаждения из эвтектических растворителей предлагает возможности формирования структур, которые могут быть использованы в области микроэлектроники как в качестве контактов для пайки, различного рода соединений и участков цепей, так и в качестве полноценных элементов. Поскольку создание структур этим методом не требует использования сложного оборудования или дорогостоящих компонентов, технологии просты в освоении и имеют большой потенциал развития, в связи с чем перспективным представляется использование осажденных материалов для создания сенсоров, детектирующих элементный состав, а также для локального восстановления разрывов и дефектов в участках электрических цепей. В то же время в число основных сложностей, сдерживающих развитие метода, входят: отсутствие отработанных технологических процессов записи с использованием коммерчески доступных лазерных комплексов, недостаточно высокие скорости осаждения и – пока что – неустоявшийся характер зависимостей физико-химических свойств растворителей от вариаций состава в достаточно широком спектре возможностей. Настоящая работа посвящена демонстрации возможностей и вариативности методики лазерно-индуцированного осаждения меди из эвтектических растворителей и рассмотрению подходов к повышению его производительности.

Основная часть. В настоящей работе были исследованы особенности применения метода лазерно-индуцированного осаждения меди из эвтектических растворителей на поверхность диэлектрических подложек для создания токопроводящих структур произвольной формы, сплошных покрытий, а также электродов. В качестве источника излучения выступала технологическая лазерная установка МиниМаркер 2 на базе волоконного импульсного Yb-лазера ($\lambda = 1070$ нм, средняя мощность до 20 Вт). Параметры записываемых структур корректировались с помощью управления значениями регулируемых параметров (частота следования импульсов, длительность импульсов, диаметр лазерного пучка, мощность лазерного излучения, количество повторных экспонирований), а также с помощью корректировки схем нанесения с учетом особенностей используемых растворителей. Для увеличения эффективности формирования структур было предложено использовать предварительную подготовку подложек методом лазерно-индуцированной микроплазмы на титановой мишени, что позволило увеличить скорость формирования структур в 40 раз за счет создания адгезийного рельефа и дополнительных центров восстановления меди. Предложено использование вспомогательного стекла для компенсации изменения вязкости раствора за счет поверхностного натяжения жидкости. Применение

описанных подходов позволило сформировать токопроводящие элементы произвольной конфигурации при скоростях записи до 3 мм/с. Рассмотрена возможность повышения эстетических и функциональных характеристик записанных структур за счет последующей лазерной очистки поверхности от оксидов и неоднородностей. Обсуждены перспективы создания токопроводящих структур произвольной топологии на гибких подложках и повышение скоростей записи.

Заключение. В настоящей работе показано, что одноэтапный метод лазерно-индуцированного осаждения меди из эвтектических растворителей позволяет получать структуры произвольной формы и элементы, перспективные для использования в сфере электроники. Помимо прочего, точность такого метода сравнительно высока и зависит от выбора параметров воздействия в диапазоне рабочих режимов. Данная методика может представлять практический интерес для создания гибких сенсоров, а также электродов с трафаретной печатью.

Коллектив авторов благодарит Физико-технический факультет Университета ИТМО за поддержку научных и исследовательских проектов студентов в рамках гранта НИРМА.

Авилова Е. А. (автор)	Подпись
Ёлтышева Е. А. (автор)	Подпись
Заикина М. А. (автор)	Подпись
Синев Д. А. (научный руководитель)	Подпись