

Аннотация научно-исследовательского проекта

Управляемое формирование металлических
микроструктур методом лазерно-индуцированного
осаждения в среде эвтектических растворителей

Авилова Екатерина Александровна

магистрант, группа №L41171, ЛМНТ, инженер ФНЭ

Елтышева Елизавета Алексеевна

бакалавр, группа № L3218, ФНЭ

Научный руководитель: Синев Дмитрий Андреевич

к.т.н., научный сотрудник ФНЭ

Описание проекта – 1

1. Формулировка научной проблемы, актуальность исследования.

Научная проблема заключается в необходимости выработки производительных и одновременно гибких подходов к созданию токопроводящих планарных структур произвольной геометрии для задач микроэлектроники и сенсорики. В частности, современные индустрии развлечений, медиа, коммерции и коммуникаций в значительной степени зависят от сенсорных экранов и устройств, следующим этапом модификации которых становится использование гибких подложек. Для создания устойчивых токопроводящих элементов, структур и покрытий на подложках такого типа требуется пересмотр и модификация применяемых сейчас подходов (чаще всего основанных на литографических методах).

2. Современное состояние исследований по данной проблеме.

Современные исследования по теме осаждения металлов из растворов и растворителей охватывают узкий спектр рассмотренных вопросов. Большая часть исследований осуществляется с использованием водных растворов солей, которые обладают рядом недостатков, которые в последнее время начинают решать с переходом на более перспективные эвтектические растворители. Сложность существующих лабораторных установок лишь ограничивает возможности использования технологии (использование фазовых пластинок, оптических фильтров, нестабильность применяемых лазерных источников и т.д.). Редко рассматриваются вопросы самой технологии осаждения (производительность, точность, воспроизводимость, дополнительная подготовка подложки, использование вспомогательных элементов).

3. Ключевые слова по тематике проекта.

Эвтектические растворители, лазерное осаждение, металлизация, токопроводящие структуры

Описание проекта – 2

4. Описание наиболее значимых результатов исследования.

1. Впервые показана возможность применения коммерчески доступных источников излучения ближнего ИК-диапазона (например, МиниМаркер-2) для формирования проводящих структур.
2. Сформированные токопроводящие элементы являются целостными проводниками электрического тока, что показало исследование с помощью мультиметра в режиме проверки диодов (режим «прозвонки»)
3. Показана возможность формирования токопроводящих элементов с высокой адгезией к поверхности подложки и высоким содержанием меди (от 70% до 98%).
4. Форма и размеры структур, доступных для нанесения, ограничены только областью обработки, а производительность обработки увеличена до 2 – 3 мм/с.
5. Показана возможность использования многократного экспонирования для формирования токопроводящих элементов при высоких скоростях сканирования, а также для возможного наращивания высоты таких структур.
6. Показана возможность формирования массивных токопроводящих покрытий.

Описание проекта – 3

5. Степень реализации проекта и возможные пути его развития.

Проведение исследований для выявления зависимости свойств полученного микроэлемента от параметров лазерного излучения.

Ведётся поиск подходов к повышению производительности формирования токопроводящих элементов .

Создание наглядных макетов возможных токопроводящих элементов в виде надписей, рисунков и т.д.

Проект поддержан грантом Комитета по науке и высшей школе Правительства СПб (именной грант, 2021) и программой организации и проведения научной подготовки бакалавров, магистрантов и аспирантов в рамках выполнения научно-исследовательских работ на базе Физико-технического мегафакультета Университета ИТМО (грант НИРМА). Работы проводятся совместно с Институтом химии СПбГУ, а также в целях индустриализации методики – с представителем ФТМИ Университета ИТМО (в рамках гранта НИРМА).

Результаты исследований апробированы на конференциях «Конгресс молодых ученых» (СПб, апрель 2021) и «Лучевые технологии и применение лазеров» (СПб, сентябрь 2021).

6. Степень междисциплинарности проекта.

Проект не является междисциплинарным; междисциплинарность потенциально возможна/ слабо выражена, проект междисциплинарный на стадии фундаментальных исследований, проект имеет практическую значимость на стыке двух и более областей знания.

Проект имеет практическую значимость на стыке областей знаний, так как в ходе исследований и в дальнейшем использовании технологии есть тесное сотрудничество области лазерной химии, физики и технологий.

Описание проекта – 4

7. Области потенциального применения полученных результатов.

Микроаналитика, микроэлектроника, интегральная оптика и т.д.

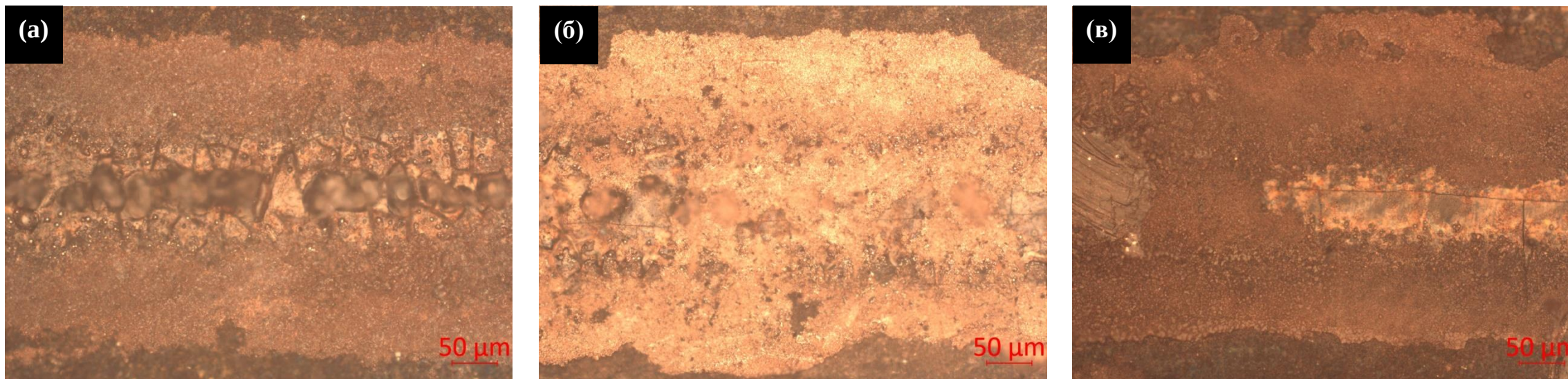
Токопроводящие структуры, формируемые методом лазерно-индуцированного осаждения, могут быть использованы в области микроэлектроники, сенсорики и микроаналитики.

8. Практическая значимость и возможности внедрения.

Как планируется применять полученные результаты в выбранной области?

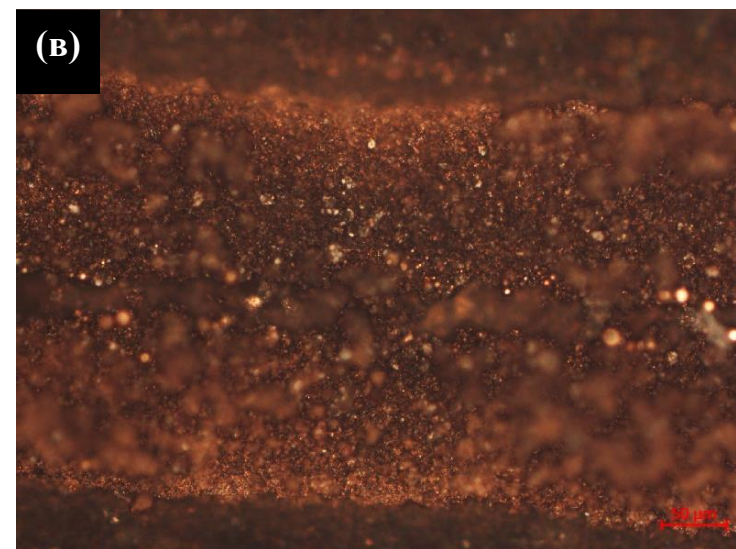
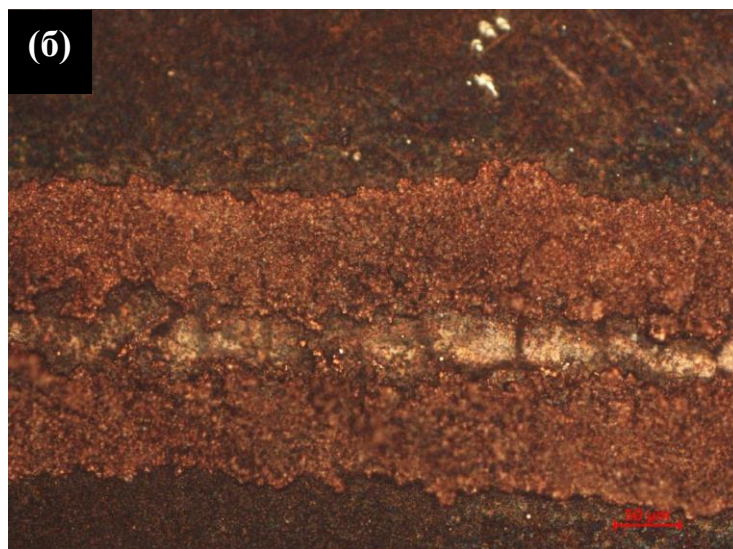
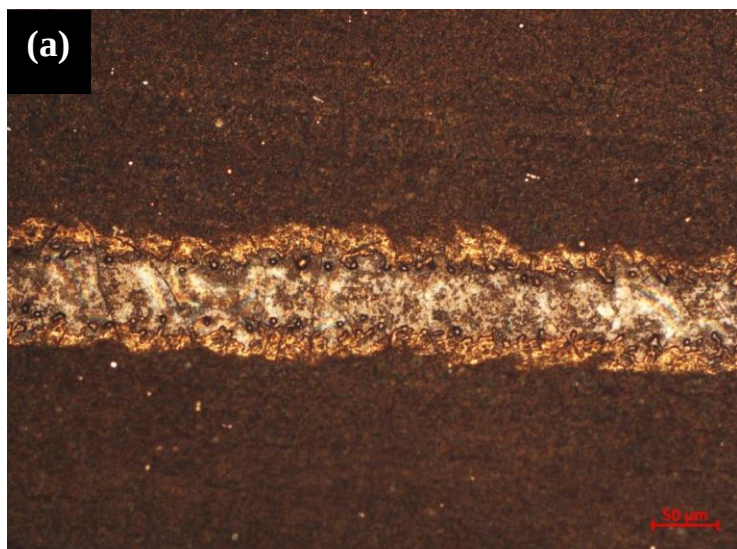
Метод лазерно-индуцированного осаждения металлов из раствора позволяет эффективно создавать прототипы электропроводящих структур на подложках произвольной формы и состава, перспективен в создании гибкой электроники (в т.ч., RFID-меток (интегральных микросхем для радиочастотных меток и датчиков), TFT-матриц (тонкопленочные транзисторные матрицы) для дисплеев («электронной бумаги», ЖК-экранов, OLED-дисплеев) и сенсоров).

Рисунок №1



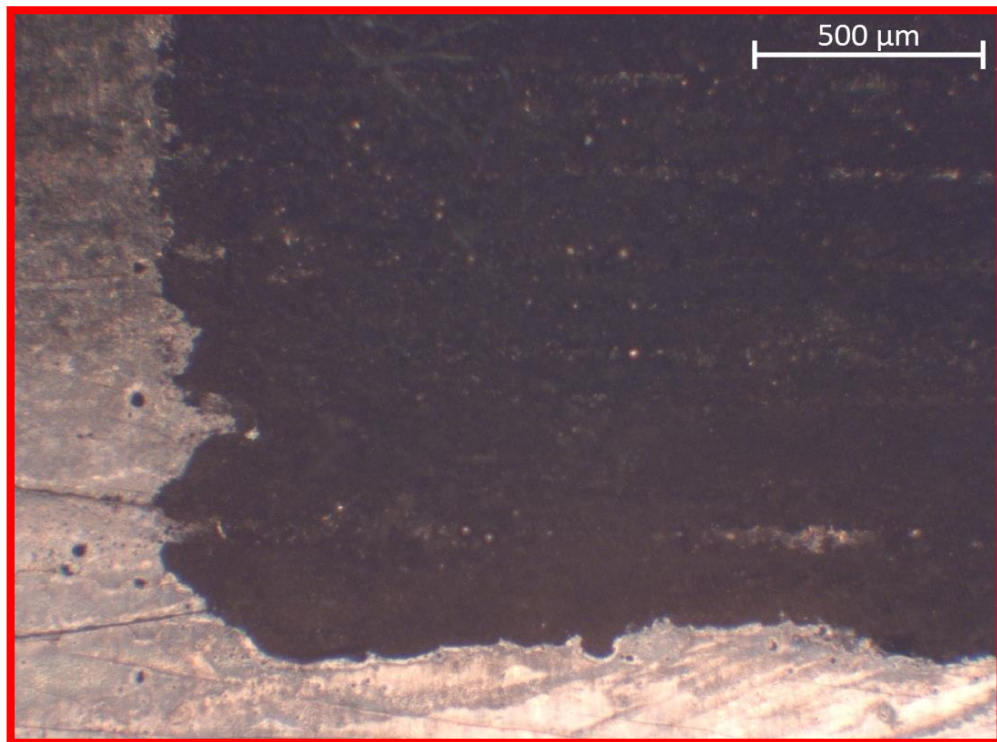
Зависимость морфологии элемента от частоты следования импульсов: (а) 10 кГц, (б) 20 кГц, (в) 40 кГц. Параметры обработки: $V = 3$ мм/с, $\tau = 200$ нс, $P = 3.1$ Вт.

Рисунок №2

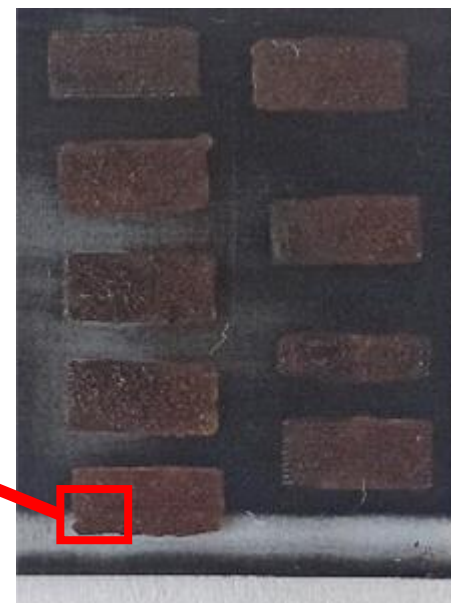


Зависимость ширины и морфологии элемента от количества повторных экспонирований:
(а) $N = 1$, (б) $N = 3$, (в) $N = 5$. Параметры обработки: $V = 3$ мм/с, $f = 20$ кГц, $\tau = 200$ нс, $P = 3.1$ Вт.

Рисунок №3



Микрофотография фрагмента массивного (5 мм x 2 мм) токопроводящего элемента.



Макрофотография полученных массивных токопроводящих элементов при разных режимах воздействия.

Рисунок №4



Макрофотография токопроводящих элементов в форме буквы «U», полученных методом лазерно-индуцированного осаждения при разных режимах воздействия.