

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Макарова Сергея Владимировича
«Нано- и микроструктурирование поверхности металлов и полупроводников в воздухе
при воздействии фемтосекундных лазерных импульсов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.
Специальность 01.04.21 – «лазерная физика».

Данная работа посвящена изучению и разработке метода создания поверхностных нано- и микроструктур при помощи фемтосекундных лазерных импульсов. Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений, так как существующие на сегодняшний день технологии зачастую обладают такими недостатками как низкая производительность, высокая стоимость, химическая вредность процесса, а также ограниченность применения для различных материалов. Действительно, обсуждаемый в диссертации метод лишен данных недостатков, поэтому выбранная диссертантом тема представляет интерес не только специалистам в данной области знаний, но будет небезынтесна исследователям из тех областей, где востребованы получаемые нано- и микроструктуры.

Основные задачи работы, результаты и выводы представлены в автореферате. Автореферат содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики. Написан квалифицированно и аккуратно оформлен.

Основной задачей, которую поставил в данной работе автор, является выявление базовых закономерностей формирования различных типов поверхностных структур на различных материалах. В частности, стоит отметить сделанный автором акцент на исследовании зависимостей параметров рельефа от числа лазерных импульсов и их плотности энергии, при этом экспериментальные зависимости получены для различных длин волн. Выдвигаемые автором гипотезы для объяснения полученных зависимостей достаточно хорошо обоснованы при помощи аналитических оценок или численных расчетов, а также при помощи дополнительных измерений.

Диссертация хорошо структурирована и разделена на шесть глав, введения, заключения и список цитируемой литературы. Цитируемая в работе литература представляет собой работы из авторитетных научных изданий, а литературный обзор в первой главе достаточно полно отражает состояние данной области науки. Важным достоинством диссертационной работы также является наличие тесной взаимосвязи между отдельными главами. В частности, результаты, полученные в главе 3, частично использованы в главах 4,5 и 6.

Особую научную ценность представляют результаты, изложенные в главе 5, где продемонстрирована оригинальная и простая методика формирования достаточно сложных наноструктур – массива нанострий, расположенных в центрах полусферических микроуглублениях на поверхности алюминия. Как показано автором, данный тип наноструктур является аналогом наноантенны с микрорефлектором. Действительно, изготовление данного типа структур является весьма трудоемкой задачей для известных ранее методов нанолитографии. Однако кавитационная природа формирования микроуглублений позволяет с легкостью создавать микрорефлекторы с довольно гладкой отражающей поверхностью, профиль которой позволяет фокусировать падающее на них оптическое излучение на высоте порядка длины волны. Автор убедительно показывает при помощи численного решения уравнений Максвелла, что положение фокуса микрорефлектора может совпадать с пиком нанострия в центре микрорефлектора. Более того, данный эффект подтверждается при помощи измерения усиления электронной эмиссии с поверхности, на которой сформирован массив нанострий в микроуглублениях.

В качестве замечания необходимо отметить, что численное моделирование эффекта усиления электромагнитного поля возле нанострия проведено без учета влияния оксидного слоя на поверхности алюминия, что может существенно ослабить эффект усиления.

Тем не менее, указанное замечание не снижает общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации. Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация написана на высоком научном уровне, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, и соискатель Макаров Сергей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Белов Павел Александрович
д.ф.-м.н., г.н.с.,
Заведующий лабораторией "Метаматериалов"
кафедры Фотоники и Оптоинформатики
Университета ИТМО

23.10.2014

