

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Нгуен Тхи Хуен Чанг

«Создание массивов нано- и микроотверстий в тонких металлических пленках и исследование их оптических свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – «Оптика».

Высокопроизводительный метод прямой абляции с помощью остророфокусированных ультракоротких лазерных импульсов позволяет создавать на поверхности тонкой металлической пленки высококачественные массивы нано- и микроотверстий, которые являются одними из простейших, но важных функциональных наноструктур нано-фотоники ввиду их способности к локальному усилению электромагнитного поля. Очевидно, что большие массивы нано- и микроотверстий на плазмонных пленках могли бы обеспечить более точные и воспроизводимые спектральные данные для поверхностно-усиленной аналитической спектроскопии без краевых и позиционных эффектов, при этом предоставляя спектры резонансного пропускания для обычного макроспектрального анализа образцов с лучшими статистическими параметрами, более лёгким нанесением химических или биологических анализов и другими манипуляциями с образцами, что в настоящий момент представляется невозможным ввиду высокой цены литографического изготовления массивов отверстий в необходимых масштабах. Отверстия разной формы, различные толщины плазмонных плёнок и т.д. были ранее также исследованы на предмет возможности использования их экстраординарного пропускания света (ЭПС) в цветовой фильтрации, как источника одиночных фотонов и т.д. Между тем, всесторонние систематические исследования ЭПС с различными диаметрами отверстий, периодами, толщинами и материалами пока что проведены не были, однако в настоящее время отдельные эксперименты могут обнаружить необычные проявления ЭПС. Поэтому исследование, выполненное в диссертации Нгуен Тхи Хуен Чанг, безусловно, является **актуальным**.

В работе Нгуен Тхи Хуен Чанг описано формирование больших ($\sim 10^5$ - 10^6 отверстий на массив) массивов микроотверстий на тонких металлических пленках при помощи фемтосекундных лазерных импульсов, чтобы всесторонне охарактеризовать пропускание в ИК-диапазоне в больших массивах микроотверстий различных диаметров и периодов на тонких плёнках различной толщины из разнообразных плазмонных материалов (серебро, медь, алюминий, золото-палладий (Au-Pd, 80%/20%)) в терминах плавности перехода от обычного пропускания Бете-Букампа к его плазмонно-усиленному аналогу (ЭПС), заканчивая обычным геометрическим (волноводным) пропусканием. Предложенная Нгуен Тхи Хуен Чанг концепция объединяет в одну весомую научную проблему исследование усиления ИК-поглощение родамина 6Ж (до 455 раз) и бактерий золотистого стафилококка в области резонанса пропускания массивов микроотверстий с диаметром 4 мкм и периодом 6 мкм на серебряной пленке толщиной 30 нм. Полученные результаты в плане формирования больших массивов микроотверстий и их спектральных исследования являются, несомненно, **новыми**.

В автореферате диссертации сформулирована актуальность выбранной темы, цель и задачи работы, научная новизна, практическая и научная значимость, защищаемые положения, указывается личный вклад автора, приводится структура и объём диссертации. **Достоверность** полученных в диссертации результатов подтверждается

использованием сертифицированного оборудования (сканирующий-электронный микроскоп JEOL 7001F со встроенным детектором Oxford Instr., ИК Фурье спектрометр Vertex 70v (Bruker)), хорошей воспроизводимостью полученных результатов, согласием с существующей на данный момент теорией, а также докладами на международных конференциях (8 тезисов конференций) и публикациями (5 статей) в базах данных Web of Science и Scopus.

Несмотря на значимость и высокий научный уровень диссертации, необходимо сделать следующие замечания:

1. На рисунке (1, II) для случая с одной плотностью энергии $F = 4 \text{ Дж/см}^2$ указано две картинки с различными структурами – наноострие и наноотверстие. Так как автор не приводит объяснения эффекту появления различных структур при одной плотности энергии, то остаётся непонятной причина такого эффекта – это нестабильность лазера или какой-то другой эффект?
2. По тексту автореферата указано, что «лазерное излучение фокусировалось на поверхность образца в воздухе через объектив микроскопа с значением числовой апертуры $NA = 0.25$ в пятно радиусом $R_{1/e} \approx 2.0 \text{ мкм}$ по интенсивности.» При оценке размера пятна по интенсивности стандартный уровень $1/e^2$, а не $1/e$.
3. По тексту автореферата есть небольшие опечатки, а также указание фразы «Цветной онлайн» в подписях к рисункам, что не является нужным.

На основании анализа автореферата и публикаций автора можно заключить, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Нгуен Тхи Хуен Чанг, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Доцент кафедры технической кибернетики
ФГАОУВО «Самарский национальный
исследовательский университет имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет),
кандидат физико-математических наук

Алексей Петрович Порфирьев
«29» декабря 2017 г.

ФГАОУВО «Самарский национальный
исследовательский университет имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет),
Почтовый адрес: 443001, ул. Молодогвардейская, д. 151, к.100
телефон: +7(927) 740-85-91 факс: (846) 267-43-70
e-mail: porfirev.alexey@gmail.com

Подпись А.П. Порфирьева заверяю,
Учёный секретарь ФГАОУВО «Самарский национальный
исследовательский университет имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет),
профессор, доктор технических наук



Венедикт Степанович Кузьмичев