



МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**БИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ (филиал) ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный
технический университет
им. И.И. Ползунова» (БТИ АлтГТУ)
ул. имени Героя Советского Союза
Трофимова, 27, г. Бийск, 659305
тел.(3854)432285, факс:(3854)435300
E-mail: info@bti.secna.ru**

<http://www.bti.secna.ru>

« 28 » 04 20 18 г. № 402



Председателю
диссертационного совета
Д 212.099.19
в ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»
Лепешеву А.А.

660041, г. Красноярск, проспект
Свободный, 79/10,
корпус № 10 (библиотека)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора
по научной работе

БТИ (филиала) ФГБОУ ВО АлтГТУ,
д.т.н., профессор

 В.Н. Хмелёв

« 28 » апреля 20 18 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронина Антона Сергеевича
«Формирование серебряных микросетчатых прозрачных проводящих
покрытий при помощи самоорганизованных шаблонов и композиты
на их основе»

Технологии формирования прозрачных проводящих покрытий (ППП) – один из важнейших факторов, определяющих развитие оптоэлектроники на гибких носителях. Создание таких покрытий требует решения двух взаимно исключающих задач – одновременное обеспечение низкого поверхностного сопротивления и высокой прозрачности покрытия.

Согласно обзору, проведённому автором, на сегодняшний день существует множество видов ППП и технологий их создания на основе проводящих оксидов металлов, наноструктур и т. д.

Однако существующие виды ППП либо обладают высокой хрупкостью, либо имеют высокое электрическое сопротивление. Кроме того, почти все существующие ППП дороги в производстве.

В представленной диссертационной работе предложен принципиально новый подход к получению ППП, который заключается в формировании микросеток из материалов с высокой проводимостью – серебра и углеродных наноматериалов.

Главное преимущество такого подхода – сетчатая структура ППП обеспечит его высокую прозрачность вне зависимости от проводящего

материала. Это позволяет выбирать проводящий материал со сколь угодно низким удельным сопротивлением, невзирая на его оптические свойства.

В результате формирования такой структуры автором было достигнуто поверхностное сопротивление менее 15 Ом/□ при прозрачности более 90% для любого проводящего материала.

Процесс самоорганизации шаблонов микросеток при растрескивании плёнки кремнезёма в ходе сушки обеспечит низкую стоимость производства таких покрытий.

Всё это свидетельствует о научной новизне и практической значимости работы.

Об адекватности полученных результатов свидетельствуют исследованные автором функциональные возможности созданных ППП (антиобледенение, ИК-нагрев, использование в качестве стабильных прозрачных электродов для работы в агрессивных средах), а также применение высокоточного оборудования для оптического анализа ППП и нанесения покрытий.

Вместе с тем необходимо отметить следующие замечания:

1. Для доказательства экономической эффективности предложенного способа формирования ППП хотелось бы увидеть сравнительную оценку стоимости производства предлагаемых автором и существующих покрытий.

2. Неясно, чему равна 1 у.е. интенсивности комбинационного рассеяния в системе СИ (рисунок 11в).

Несмотря на замечания, в целом считаю, что диссертационная работа Воронина А.С. является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Кандидат технических наук, доцент кафедры
методов и средств измерений и автоматизации
Бийского технологического института (филиала)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»



Голых Р.Н.

Голых Роман Николаевич

Почтовый адрес: 659305, Алтайский край, г. Бийск,

ул. имени Героя Советского Союза Трофимова, 27

Тел. (3854) 43-25-70, E-mail: grn@bti.secna.ru