

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шведова Андрея Викторовича

«Исследование и разработка процессов модификации поверхности полимерных материалов микро- и оптоэлектроники на основе низкочастотного газового разряда плазмы атмосферного давления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

За последние годы возрос интерес к получению новых функциональных материалов при помощи неравновесной низкотемпературной плазмы и оборудованию для её генерации. Отличительная особенность плазмы заключается в том, что ее воздействие не затрагивает объёмных характеристик обрабатываемого материала, а лишь изменяет его приповерхностные свойства, что особенно важно при обработке термолабильных материалов, к которым относится большое число полимеров. Особого внимания заслуживает модификация проводящих полимеров, используемых в области опто- и радиоэлектроники, а также в качестве компонентов умных композиционных материалов. Применение плазмы атмосферного давления для этих целей позволяет свести к минимуму энергетические затраты.

Именно поэтому **целью** диссертационной работы Шведова А.В. является исследование процессов модификации поверхности материалов, применяемых в устройствах микро- и оптоэлектроники, при помощи низкотемпературной плазмы атмосферного давления.

В основе работы лежит использование нестационарного низкочастотного плазмотрона атмосферного давления (НЧ-плазмотрон) мощностью 60 – 100 Вт, работающий в частотном диапазоне 50 – 180 кГц. При помощи ЧПУ блока осуществляется перемещение выносной головки НЧ-плазмотрона для реализации различных режимов обработки изделий по всей площади их поверхности. С целью проведения осаждения из газовой фазы в состав разработанной экспериментальной установки входит газовый блок, позволяющий регулировать и подавать в газоразрядную выносную головку и несколько потоков газов: плазмообразующий газ (аргон, гелий) и пары плёнкообразующего газа (C_6H_{12}). Фторуглеродные плёнки были получены с применением транспортного газа CF_4 .

Результаты обработки, получения углеродных и фторуглеродных структур, а также исследования их оптических и физико-химических свойств подробно описаны в экспериментальной части диссертационной работы. Приведённые в автореферате данные коротко описывают основные закономерности формирования покрытий, показана гидрофилизация углеродного электродного материала перед вакуумной пропиткой электролитом и её влияние на удельные ёмкостные характеристики суперконденсаторных ячеек. Детально рассмотрены результаты исследования оптического поглощения в ближнем УФ – видимом диапазоне углеродсодержащих структур, где был выявлен просветляющий эффект фторуглеродных покрытий по отношению к исходному необработанному образцу ПЭТФ. Определён химический состав, удельная полная поверхностная энергия и

контактный угол смачивания углеродных и фторуглеродных покрытий, полученных при помощи НЧ-плазмотрона. Показана топология полученных структур, рассмотрен процесс получения развитого рельефа фторуглеродных покрытий за счёт использования двухкомпонентной плёнообразующей смеси $C_6H_{12}+CF_4$. Рассчитаны такие механические характеристики поверхности как среднеквадратичное отклонение шероховатости, нанотвёрдость и модуль упругости Юнга.

Практическая значимость полученных результатов во многом определяется простой интеграцией НЧ-плазмотрона в уже существующие технологические процессы производства электронных и оптических средств (плёночные конденсаторы и фоторезисторы) и получения композиционных материалов. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования разработанных процессов для решения проблем космических аппаратов. Данные о составе и свойствах покрытий могут быть применены для получения тонкоплёночных резисторов и конденсаторных структур для компонентной базы микроэлектроники, а также для увеличения жизненного цикла изделий из полимерных материалов.

По автореферату имеется несколько вопросов и замечаний:

- каким образом производилась регулировка и мониторинг рабочей частоты НЧ-плазмотрона?
- углеродные связи наиболее выражены в инфракрасном спектральном диапазоне, имеются ли данные спектры?
- недостаточно подробно рассмотрено влияние материала подложки на получаемую поверхностную энергию углеродных и фторуглеродных плёнок.

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления об автореферате и о диссертационной работе.

На основании автореферата можно сделать вывод, что по актуальности, научной новизне и важности практических результатов работа «Исследование и разработка процессов модификации поверхности полимерных материалов микро- и оптоэлектроники на основе низкочастотного газового разряда плазмы атмосферного давления» Шведова Андрея Викторовича полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ (№842 от 24.09.13 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Кандидат технических наук,
Заведующая лабораторией
АО «Научно-исследовательский
институт вакуумной техники
им. С.А. Векшинского»

Ломакина
Ольга Геннадьевна

Адрес:
117105, г. Москва, Нагорный проезд, д. 7
Телефон: +7 985 217 17 75
E-mail: o.lomakina@niivt.ru

Дата:

07.12.2020г

Подпись Ломакиной О.Г. заверяю.

Наг. упр. по работе с информацией

О.Г. Ломакина
07.12.2020

