

Отзыв на автореферат диссертации Е.О. Попова «Методика и результаты исследования многоострийных полевых эмиттеров большой площади» на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника

Открытые в конце 20-го и начале 21-го века такие углеродные наноструктуры, как углеродные нанотрубки (УНТ) и графен, благодаря своим уникальным структурным и физико-химическим свойствам привлекли огромное внимание специалистов со всего мира. Область применения таких материалов обширна и основана как на использовании чистых наноструктур, так и в качестве добавок в различных матрицах (т.н. композиты). Использование УНТ и других углеродных наноструктур в качестве добавок к полимерам является в настоящее время перспективным направлением научных исследований. Применение углеродных наноструктур в полимерных композитах, предназначенных для электромагнитного экранирования и электродных материалов суперконденсаторов, в системах с электроуправляемой величиной светопоглощения или светоотражения, является перспективным направлением в современном материаловедении. Особое место в использовании углеродных наноструктур занимает применение их в качестве эффективных полевых источников электронов. Представленная диссертационная работа посвящена исследованию структурированных проводящих, в том числе, углеродных наноматериалов с помощью разработанного нового аппаратно-программного многоканального комплекса, и поэтому является весьма актуальной.

В качестве объектов исследования выступали, в частности, углеродные нанотрубки и графены производства ООО «Нанотехцентр» г. Тамбов, Россия. Диссидентом были получены весьма значительные новые результаты в области исследования многоострийных полевых эмиттеров, детально описанные как в многочисленных публикациях автора, так и в диссертации. Среди них следует отметить экспериментальное применение метода анализа полевых эмиттеров на соответствие классической теории полевой эмиссии, экспериментальное подтверждена двухкомпонентная модель распределения коэффициентов усиления поля, дифференцирование ВАХ, позволившее выявить эмиссионные структуры с повышенным значением FEF. В работе была разработана методика построения эмиссионного профиля поверхности эмиттеров и анализа качества распределения эмиссионных центров путем накопления данных картин свечения. Были получены локальные эмиссионные характеристики микроскопических участков излучения на поверхности многоострийных эмиттеров путем онлайн анализа картин свечения и синхронной онлайн-обработки ВАХ.

Наряду с этими и многими другими важными результатами, представленными в работе Попова Е.О., следует существенный вклад, который внес диссидент в развитие теории полевой эмиссии и математических моделей, описывающих поведения многоострийных полевых эмиттеров. Так был применен метод общего барьера, получена серия уравнений для плотности эмиссионного тока для различного вида представления полей. В результате анализа предельных полей полевой эмиссии получены диапазоны напряженностей полей, при которых теория Мерфи-Гуда является непротиворечивым описанием полевого эмиттера.

Практическое значение полученных диссидентом результатов также весьма значительно. Разработана новая уникальная методика исследования многоострийных полевых эмиттеров, представляющая собой комплексную многоканальную систему сбора и обработки данных в режиме реального времени. Созданы измерительные стенды обеспечивающие многократный анализ ВАХ методом сканирования высоким напряжением при номинальных эмиссионных токах до 10 мА и уровнях напряжения выше 10 кВ в режиме медленного сканирования компьютерно-управляемыми импульсами произвольной формы; и до 100 мА при уровнях напряжения до 40 кВ в режиме быстрого сканирования импульсами синусоидальной формы.

Положения, выносимые на защиту, достоверность результатов, выводы и рекомендации являются хорошо обоснованными. Автореферат хорошо структурирован, достаточно полно отражает содержание диссертации и написан ясным языком.

Оценивая диссертационную работу Попова Евгения Олеговича в целом, следует отметить ее полное соответствие современным требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (Положение о присуждении ученых степеней к докторским диссертациям №842 от 24.09.2013, Положение о присуждении ученых степеней в ФТИ им. А.Ф. Иоффе от 19.08.2019, Распоряжение Правительства РФ №1792-р от 23.08.2017). Сискател, по нашему мнению, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.04 физическая электроника.

Доктор технических наук, профессор,
Заведующий кафедрой «ТТПН» ФГБОУ ВО ТГТУ, д.т.н., профессор

Ткачёв Алексей Григорьевич

к.т.н., доцент кафедры "ТТПН" ФГБОУ ВО ТГТУ,

Щегольков Александр Викторович

