

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Клеща Виктора Ивановича «Эмиссия электронов из углеродных наноструктур», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Диссертация Клеща В.И. посвящена важной научной и практической задаче создания углеродных наноматериалов и исследования их автоэмиссионных свойств. Значительное понижение порога автоэлектронной эмиссии в катодах из углеродных нанотрубок известно с середины 90-х годов прошлого века. Широкое распространение получили идеи создания энергосберегающих люминесцентных экранов с полевыми катодами из углеродных нанотрубок. Однако технологическое развитие светоизлучающих полупроводниковых материалов оказалось конкурентно выгоднее. В настоящее время одним из основных направлений возможных применений полевых эмиттеров из углеродных наноструктур является вакуумная электроника и микроэлектроника.

Особой новизной и оригинальностью диссертации В.И. Клеща явилось выявление физических особенностей автоэлектронной эмиссии в различных углеродных наноструктурах, таких как пленки графена, одностенные и многостенные углеродные нанотрубки, углеродные наносвитки и наностенки, а также микроразмерные монокристаллы алмаза иглоподобной формы с нанометровым радиусом окончания.

Наиболее интересными, на мой взгляд, результатами работы является обнаружение различия автоэмиссионных свойств металлических и полупроводниковых нанотрубок, появление автоколебаний холодных катодов, обладающими свойствами механической гибкости и упругости. Возможность использования этого явления для создания новых типов микроэлектромеханических устройств является вполне реалистичной. Впечатляюще выглядит набор результатов, посвященный катодам на основе алмазных микроигл. Впервые показана высокая чувствительность автоэмиссионного тока к их нагреву и освещению, что свидетельствует о возможности их практического применения для создания различных термо- и фотосенсоров, фотокатодов и других электронных приборов. Алмазные микроиглы с графитизированной поверхностью продемонстрировали возможность получения значительных эмиссионных токов, и поэтому могут представлять интерес в качестве точечных катодов, например, для электронных микроскопов и литографов.

Важной практической составляющей работы являлось создание электровакуумных устройств (светоизлучающих ламп и электронных пушек) из наноуглеродных катодов, что отражено в двух российских патентах.

В качестве замечания к работе хотел бы отметить, что для моделирования автоэмиссионных вольтамперных зависимостей автор использует уравнения теории Фаулера-Нордгейма и Симмонса. Полезно было бы представить полученные из этих уравнений параметры коэффициентов усиления и работы выхода для разных типов углеродных наноструктур. Насколько эти величины отличаются для катодов из разных материалов?

Основываясь на материалах, представленных в автореферате, и на статьях автора, опубликованных в ведущих рецензируемых журналах, считаю, что диссертационная работа «Эмиссия электронов из углеродных наноструктур» соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, а ее автор Клец Виктор Иванович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Заведующий лабораторией
физикохимии наноматериалов
Института неорганической химии
им. А.В. Николаева СО РАН,
д.ф.-м.н., проф.

А.В. Окотруб

Подпись Окотруба А.В. заверяю
Ученый секретарь, д.х.н.

О. А. Герасько

01.04.2024г