

Отзыв

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

В настоящее время научное направление, связанное с получением и исследованием свойств углеродных наноматериалов, является одним из наиболее актуальных и активно развивающихся в области физики конденсированного состояния. Одной из важных и актуальных задач данного направления, на решение которой направлено диссертационное исследование Клеца В.И., является исследование эмиссии электронов из различного рода углеродных наноструктур. Благодаря сильным межатомным связям, высокой теплопроводности и химической инертности углеродные эмиттеры способны обеспечивать высокий автоэмиссионный ток в условиях относительно невысокого вакуума, демонстрируют высокую стабильность и долговечность, в связи с чем имеют широкие перспективы практического применения в электронике. В то же время особенности в электронной структуре углеродных наноматериалов приводят к наличию фундаментальных отличий в механизмах эмиссии электронов по сравнению со случаем традиционных металлических или полупроводниковых эмиттеров микронного размера, что обуславливает высокое научное значение исследований, проведенных в диссертационной работе.

В диссертации Клеца В.И. «Эмиссия электронов из углеродных наноструктур» изложен обширный экспериментальный материал по исследованию автоэлектронной эмиссии из графеновых пленок, одностенных и многостенных углеродных нанотрубок, алмазных микроигл, нанографитных пленок, а также других аморфных и структурированных углеродных нанообразований. К наиболее важным новым результатам, полученным в работе, можно отнести: наблюдение качественных отличий в автоэмиссионных свойствах одностенных углеродных нанотрубок, разделенных по типу проводимости; количественное сопоставление теории и эксперимента для эмиттеров субнанометровых размеров; исследование структурной модификации углеродных катодов в процессе эмиссии электронов; обнаружение и изучение эффектов, обусловленных кулоновской блокадой и резонансным туннелированием, в автоэлектронной эмиссии. Высокая практическая значимость диссертации подтверждается проведенными работами по созданию, изготовлению и тестированию прототипов вакуумных электронных устройств с наноуглеродными катодами, включая катодолюминесцентные лампы, рентгеновские трубки, катодно-сеточные узлы для клистронов и устройств космических аппаратов.

Диссертация представляет собой законченное исследование, в котором решен ряд важных научных проблем в рамках нового научного направления, связанного с фундаментальными количественными и качественными отличиями в механизме эмиссии электронов, предсказываемых для наноразмерных структур, по сравнению с традиционными эмиттерами микронных размеров, которые обусловлены мезоскопическими, размерными и другими эффектами, наблюдавшимися экспериментально в работе для наноуглеродных катодов.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертации обеспечиваются использованием современных экспериментальных методик по исследованию физических свойств материалов и наноструктур, применением актуальных подходов физики твердого тела и апробированных численных методов для описания наблюдаемых процессов и явлений, а также хорошим соответствием экспериментальных и рассчитанных зависимостей.

Результаты, представленные в диссертации, прошли апробацию на многочисленных международных конференциях и изложены в 40 статьях, опубликованных автором в рецензируемых научных изданиях, а также двух патентах РФ на изобретения. Автореферат аккуратно оформлен и в полной мере отражает содержание диссертации. Замечаний по содержанию автореферата нет.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова» к докторским диссертациям, а ее автор Клец Виктор Иванович заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Руководитель научной группы,
доктор физико-математических наук,

Чернов Александр Игоревич

29 марта 2024 г.

121205, г. Москва, ТИЦ «Сколково», Большой бульвар, д. 30, стр. 1.

тел.: +7 (495) 280-12-91, e-mail: a.chernov@rsc.ru

Подпись А.И. Чернова заверяю