

ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Смердова Ростислава Сергеевича на тему «Повышение разрешающей способности и снижение порога детектирования систем электронно-зондовой спектроскопии за счет разработки и применения низкопороговых автоэмиссионных катодов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Важность и актуальность научно-технических задач, связанных с увеличением плотности электронного тока катода (до значений 10^6 A/m^2 и выше) при обеспечении его стабильной работы, обусловлены необходимостью разработки и совершенствования источников носителей заряда для методов электронно-зондовой микроскопии и могут быть проиллюстрированы на примере уже завершившегося процесса постепенного вытеснения нитей из торированного вольфрама катодами из гексаборида лантана, а затем автоэмиссионными эмиттерами, плотность тока в которых на несколько порядков выше. Это привело к значительному повышению разрешения анализа, чрезвычайно важному для металловедения, и позволило, применяя метод спектроскопии характеристических потерь энергии неупруго рассеянных электронов (EELS) с высокой степенью фокусировки электронного пучка, изучать фазовый состав нанообластей (например, карбидных фаз) даже на границе зерен.

Внедрение предложенных Смердовым Ростиславом Сергеевичем катодов на базе физического эффекта низкопороговой эмиссии позволит получить значительные токи при макроскопической напряженности поля в диапазоне от 1 до 40 В/мкм^{-1} для обеспечения дальнейшего роста параметров систем спектроскопии EEL.

Несмотря на то, что в последние годы явление низкопороговой эмиссии электронов из пленок на основе углерода привлекает все больше внимания в научном сообществе, природа эффекта до сих пор изучена недостаточно. В частности, в литературе практически отсутствует информация о влиянии степени неупорядоченности структуры на механизмы, характеристики и параметры эмиссии. В связи с этим, предложенная автором диссертации новая общая модель и физический механизм эффекта низкопороговой эмиссии электронов из материалов с дефектами кристаллической структуры и аморфных слоев обладают научной значимостью с точки зрения исследования фундаментальных явлений в конденсированных средах и электронных приборах на их основе.

Разработанные автором рекомендации по использованию предложенных прототипов низкопороговых катодов на базе полученных композиционных материалов для совершенствования характеристик систем спектроскопии характеристических потерь энергии электронов – разрешающей способности по энергии, минимального порога детектирования – сопровождаются теоретическим, расчетным и практическим обоснованием; их практическая значимость заключается в обеспечении роста чувствительности метода, в частности при проведении динамических исследований и анализе спектра основных потерь.

Язык изложения автореферата грамотный, представленный материал позволяет в должной мере оценить суть выполненных автором исследований и их уровень, выдержан научно-технический стиль изложения.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Почему в качестве активного эмиссионного слоя на поверхности матрицы из пористого кремния с высоким аспектным соотношением автором было выбрано именно покрытие из допированного фуллерена C_{60} ?

2. В работе не приводятся данные по исследованию эмиссионных характеристик покрытия из чистого (нелегированного) фуллерена C_{60} . Будут ли установленные параметры низкопороговой эмиссии наблюдаться и для подобного прототипа?

3. Из анализа представленных автором РЭМ – снимков поверхности и скола прототипа катода следует, что было обеспечено покрытие развитой структуры как микро-, так и мезопор кремниевой матрицы активным эмиссионным слоем. За счет чего удалось решить эту задачу?

4. Как уже отмечалось, автореферат написан хорошо и легко читается. Однако, не могу не сделать, пожалуй, единственного замечания по тексту автореферата. Возможно, это «жаргонное» выражение, но мне кажется, что фраза «Применение разработанного низкопорогового катода из нового наноматериала на основе пористого кремния, **функционализированного** допированными серебром углеродными структурами на базе фуллерена C_{60} » могла бы быть написана без слова «функционализированного».

Необходимо отметить, что вышеуказанные замечания не снижают общей значимости полученных в диссертационной работе результатов, основных выводов и рекомендаций.

Диссертационная работа Смердова Ростислава Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая (и, отмечу, физическая) задача. Диссертация обладает несомненной научной и практической значимостью. Достоверность полученных результатов обоснована применением современной техники и актуальных методов исследования, в работе наблюдается хорошее согласие экспериментальных данных с проведенным теоретическим и расчетным анализом.

Диссертация «Повышение разрешающей способности и снижение порога детектирования систем электронно-зондовой спектроскопии за счет разработки и применения низкопороговых автоэмиссионных катодов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Смердов Ростислав Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Тимофеев Николай Александрович
198504, г. Санкт-Петербург, Петергоф,
ул. Ульяновская, д. 3, корп. Б, каб. 123
e-mail: n.timofeev@spbu.ru
раб. тел.: (812) 428-44-84

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
заведующий кафедрой оптики

доктор физ.-мат. наук, профессор

«11» 05 2022 г.



Тимофеев Николай Александрович

