

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 низкогороговых 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

Современные приборные системы, реализующие методы электронно-зондового анализа, позволяют проводить исследования с точностью, приближающейся к 1% (относительная доля) и пределом обнаружения до нескольких десятков ppm при обеспечении сравнительно высокого пространственного, энергетического и временного разрешения. Одним из таких методов является спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (EELS), где достижимое значение пространственной разрешающей способности составляет $\Delta d < 10$ нм.

Необходимость увеличения энергетического разрешения EELS систем при сохранении яркости электронного пучка на уровне, позволяющем проводить количественный анализ спектра основных потерь для определения элементного состава уже не в микро-, а в нанообластях, требует решения ряда задач, связанных с необходимостью разработки и внедрения источников электронов нового типа.

В представленной работе предложено решение данной задачи путем создания низкогороговых автоэмиссионных катодов с узким энергетическим спектром.

Использование автором эффекта низкогороговой автоэлектронной эмиссии для повышения эмиссионных характеристик прототипа позволяет обеспечить дальнейший рост энергетической и временной разрешающей способности систем EELS, а также снижение порога детектирования следовых концентраций химических элементов.

В отличие от предложенных ранее отечественными и зарубежными научными группами решений, базирующихся на применении монохроматоров для формирования монодисперсного электронного пучка и использовании детекторов с узким энергетическим окном, разработанные автором диссертации прототипы позволяют преодолеть фундаментальное ограничение метода, не снижая его характеристики, в том числе пространственное разрешение и яркость электронного пучка.

Обоснованность и достоверность выносимых на защиту положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе, обеспечены за счет применения комплексного и системного подхода к исследованиям, включающего анализ и обобщение представленных в научной литературе результатов исследований, а также использования ряда современных экспериментальных и теоретических методов (в том числе поверхностно-усиленной рамановской спектроскопии и теории квантовой локализации).

Диссертационная работа Смердова Ростислава Сергеевича написана научным языком, ее структура логична, а материал изложен ясно, в систематизированной форме.

По тексту автореферата имеется несколько замечаний:

1. Не вполне понятно, почему автором был сделан акцент исключительно на аналитическом методе спектроскопии характеристических потерь энергии электронов (EELS). С точки зрения практического применения электронно-зондовых систем следовало привести расширенный сравнительный анализ наиболее перспективных с точки зрения поставленных задач анализа и диагностики наноструктурированных материалов методов (например, ELNES, EDX и т.д.).

2. В рамках диссертационной работы автором были проведены исследования структуры и свойств ряда разработанных перспективных прототипов катодов, в том числе полученных с использованием технологии динамически усиленного осаждения, электрохимического осаждения, а также золь-гель процесса. На мой взгляд, в рамках дальнейших исследований автору следует уделить больше внимания анализу эмиссионных характеристик и перспективе применения прототипа, полученного с использованием золь-гель процесса, в связи с отличительными

особенностями данной технологии, позволяющими, например, вводить сразу несколько функционализирующих компонентов в матрицу за одну стадию.

Сделанные выше замечания носят частный характер и не затрагивают основных выводов и результатов работы. Диссертация представляет собой законченное исследование, в котором на основе современных методов и средств измерений изложен подход к увеличению разрешающей способности и снижению порога детектирования следовых концентраций химических элементов.

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.

Декан факультета электроники
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
доктор физико-математических наук,
профессор

Соломонов Александр Васильевич

адрес: 197022, г. Санкт-Петербург;
ул. Профессора Попова, д.5а;
тел.: +7 (812) 234-37-80;
e-mail: avsolomonov@etu.ru


подпись



аверяю
руководитель ОДС
РУСЯЕВА

И.И.



дата