

Отзыв на автореферат диссертационной работы Филиппова Сергея Владимировича

«Разработка методов определения основных эмиссионных параметров наноструктурированных полевых эмиттеров», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 — «физическая электроника»

Актуальность работ, ориентированных на решение задач в области создания отечественной электронной компонентной базы (ЭКБ) не вызывает сомнений. Данное направление является одним из приоритетных направлений при решении задач импортозамещения ЭКБ в России, обеспечения паритета в технологиях, определяющих научно технологическую конкурентоспособность и безопасность государства.

Важнейшим элементом электровакуумного прибора является источник электронов — катод. Эффективные полевые эмиссионные катоды остаются предметом интенсивных исследований. Основным достоинством полевых эмиттеров является их устойчивость к химическим, температурным, вибрационным и радиационным воздействиям. Поэтому тема диссертационной работы Филиппова С.В., посвящённая улучшению существующих и созданию новых методов определения основных эмиссионных параметров наноструктурированных поверхностей является актуальной и важной с практической точки зрения.

Из текста автореферата следует, что автором было получено ряд новых результатов, основными из которых являются:

а) впервые теоретически обоснован и экспериментально проверен способ определения формы острия полевого источника электронов на основе анализа степенной зависимости площади эмиссии от приложенного напряжения;

б) на основе трёхмерного моделирования электростатических полей методом конечных элементов для формы острия в виде полусферы на цилиндрическом основании, а также метода дифференцирования вольт-амперных характеристик (ВАХ) и метода минимального отклонения, был определён характерный сдвиг степени приложенного напряжения в предэкспоненциальном множителе расширенного уравнения полевой эмиссии (в уравнении Мерфи-Гуда);

в) представлены новые результаты по характерным значениям сдвига степени напряжения  $k_A$  для острий различного вида и были получены экспериментальные о величине сдвига степени напряжения для одноострийных металлических эмиттеров, которые совпали с теоретическими предсказаниями.

Основная значимость работы заключается в создании нового метода диагностики полевых эмиттеров, как многоострийных, так и одноострийных, который позволяет по макроскопическим параметрам определять его геометрические размеры и форму на нанометровом масштабе. В результате разработанного алгоритма проведения экспериментальных исследований формируется Паспорт эмиссионных образцов, позволяющий проводить количественные сравнения основных эмиссионных параметров (эффективных коэффициентов усиления поля и площади, пороговых значений напряжения, временную стабильность эмиттера, результаты прохождения теста на

полевую эмиссию и другие параметры). Следовательно, результаты, полученные в диссертационной работе важны как с фундаментальной, так и с практической точек зрения.

В качестве замечаний можно отметить:

- 1) В подписи к рисунку 1д, отсутствуют обозначения пронумерованных объектов в блок-схеме.
- 2) На рисунке 2а для некоторых из моделированных острий не видно на шкале каким значениям соответствует цветовая гамма распределения FEF.
- 3) Выбранный материал при изготовления катодов – полистирол деполимеризуется в вакууме при 350-420 °С, который будет сопровождаться выделением СО и других составляющих. В связи с этим возникает вопрос к автору: до каких предельных температур нагревался катод в процессе экспериментов? Почему был выбран этот материал?

Указанные замечания не имеют принципиального значения, не влияют на достоверность полученных результатов и не снижают хорошего впечатления о диссертации.

Автореферат хорошо структурирован, полно отражает содержание диссертации и написан хорошим понятным языком. По моему мнению выносимые на защиту положения сформулированы достаточно полно и являются хорошо обоснованными.

Оценивая работу в целом, считаю, что диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК и всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней в ФТИ им. А.Ф. Иоффе, а ее автор, Филиппов Сергей Владимирович несомненно заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5. — «физическая электроника».

Закиров И.И.

Доцент кафедры физики

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

Канд. техн. наук

«24» марта 2023

Адрес: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Санкт-Петербург, пр. Большевиков д.22, к.1, 193232

Подпись (-и)

*Закирова И.И.*

заверяю



*И.И.*