

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Филиппова Сергея Владимировича «Разработка методов определения основных эмиссионных параметров наноструктурированных полевых эмиттеров», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5. – «физическая электроника»

Основным недостатком полевых эмиттеров электронов, как известно, является их нестабильность, обусловленная адсорбцией остаточных газов, распылением вещества эмиттера ионной бомбардировкой и электрическими пробоями. Воздействие этих факторов вызывает изменение работы выхода и микрогеометрии вершины микроострия, а вместе с ней изменение коэффициента усиления поля и эффективной площади эмиссии. Перспективы практического применения полевой эмиссии в последнее время расширяются за счет развития технологии формирования эмиттеров большой площади (LAFE). Некоторая стабилизация работы таких эмиттеров обусловлена распределением токовой нагрузки по массиву острий и ротацией острий-лидеров. Однако при этом возникают сложности прогнозирования и оптимизации эмиссионных свойств, в том числе, с учетом процедуры предварительной электрической тренировки. Использование систем с наноразмерными элементами, радиус кривизны которых соизмерим с шириной потенциального барьера, создает дополнительные затруднения в оценке эффективности LAFE. Как следствие, диссертационная работа Филиппова С. В. затрагивает как прикладные, так и фундаментальные проблемы. Актуальность выбранного направления диссертационной работы и значимость полученных результатов для развития эмиссионной электроники несомненна. Достоинством работы является комплексный подход к выполнению поставленных задач, связанный с сочетанием теоретической и экспериментальной работы.

Недостатки, замеченные в автореферате.

1. На мой взгляд, фраза «Разработаны новые координаты» неудачна. Как видно из формулы (8), «разработанные новые координаты» – это те же координаты Фаулера-Нордгейма с поправочными коэффициентами, которые все же несут в себе важный физический смысл.

2. В автореферате не дана предварительная расшифровка сокращений «МУНТ», «ОУНТ», «ПС». Сокращенные обозначения композиций углеродных нанотрубок на полистирольной основе в одних местах записаны через тире, в других – через косую черту.

3. Формулы (2) и (3), представляющие связь коэффициента усиления электрического поля γ с параметрами острия σ и θ изобилуют подгоночными коэффициентами. Для hSoC- и Nur-типов эмиттеров их, в итоге, $3 \cdot 4 = 12$. В данном случае следовало бы попытаться применить не последовательную схему аппроксимации (по σ , а затем по θ) а, используя известные методы, провести расчеты γ по определенной схеме совместного варьирования σ и θ в практически значимых диапазонах значений для получения более простой и удобной формулы (например, в классе функций $\gamma = A\sigma^B\theta^C$). Возможно, потеря точности при этом была бы незначительна.

4. Из автореферата не понятно, как можно на практике реализовать массив полевых эмиттеров с заданным оптимальным распределением их по высоте, нивелирующим краевые эффекты LAFE.

Несмотря на сделанные замечания, считаю, что диссертация Филиппова С. В. является солидной и полезной научной работой, соответствующей специальности 1.3.5. – «физическая электроника». Следует отметить высокую публикационную активность автора. Филиппов С. В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Старший научный сотрудник ИСЭ СО РАН,
доктор физико-математических наук

Подпись Нефёдцева Е.В. удостоверяю:
ученый секретарь ИСЭ СО РАН,
кандидат технических наук

«10» 03 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, 634055, Россия, г. Томск, просп. Академический, 2/3, <http://www.hcei.tsc.ru>, (3822) 491-544, contact@hcei.tsc.ru

Нефёдцев Евгений Валерьевич
Крыгина Ольга Васильевна