

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Прокопьева Айсена Руслановича

«Синтез и исследование свойств тонких углеродных плёнок, полученных методом осаждения в плазме CH_4 и последующей термообработкой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Покрyтия на основе углерода, в зависимости от содержания sp^3 и sp^2 гибридинзованных атомов углерода, могут обладать широким спектром электрических, физико-механических, трибологических и оптических свойств. Управление соотношением sp^3/sp^2 гибридинзованных атомов углерода достигается посредством изменения технологических режимов синтеза. Исходя из конкретной прикладной задачи осуществляется достижение необходимых свойств покрyтий. На сегодняшний день существует разнообразие методов получения углеродных покрyтий, включая физические, химические и плазмохимические процессы. Разработка новых более эффективных методов получения углеродных плёнок и покрyтий является **актуальной** задачей.

Практическая ценность работы состоит в разработке простой и эффективной методики формирования углеродных плёнок без использования катализаторов, способствующей варьировать электрическое сопротивление синтезируемых плёнок в широких пределах.

Достоверность результатов обеспечена за счёт использования современной сертифицированной приборной базы, многократной повторяемости результатов, а также сопоставления и удовлетворительного совпадения полученных результатов экспериментов с результатами, опубликованными в научно-технической литературе.

Полученные результаты, выводы и заключения обладают несомненной **научной новизной**.

Обоснованность выводов и их соответствие поставленной цели не вызывают сомнений.

Работа достаточно полно отражена в опубликованных статьях, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Результаты интеллектуальной деятельности защищены патентом РФ на изобретение. Имеется свидетельство о государственной регистрации и акт внедрения результатов работы в образовательный процесс.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания.

1. В разделе «**Степень разработанности научного исследования**» говорится, что первые работы, посвященные разработке методики синтеза и исследования свойств углеродных покрытий начались с 80-х годов прошлого столетия. Однако, как отмечается в историческом обзоре J.Vetter, *Surface and Coatings Technology* 257(2014)213-240, твердые алмазоподобные углеродные пленки (a-C:H) были впервые описаны еще в 50-х годах в работах Шмелленмайера, который использовал процесс PACVD.

2. В задачах исследования не хватает важного пункта — Получение углеродных плёнок при различных условиях осаждения. В вашем случае получается так, что вы разработали методику синтеза и сразу начали исследовать свойства покрытий, которые, по логике вещей, сначала должны получить.

3. Автор часто использует термин «твердотельная подложка». Насколько я понял из автореферата, то речь идёт о кремнии и кварце. На мой взгляд, правильнее было бы писать «полупроводниковая подложка» или «кремниевая/кварцевая подложка». В моём понимании твердотельная подложка ассоциируется с инструментальной сталью и сплавами, например, P6M5, P12, BK-8 и т.д.

4. Одним из важных свойств любого покрытия является его адгезионная прочность к подложке. К сожалению, в работе отсутствуют данные исследования.

5. На стр. 10 автореферата говорится, что содержание водорода определялось из ИК-Фурье спектров и спектров комбинационного рассеяния. К сожалению, информация о концентрации водорода в покрытиях отсутствует в тексте автореферата. Какова концентрация водорода в покрытиях и какова методика её определения?

6. В работе представлены значения фотопроводимости полученных плёнок. Проводился ли сравнительный анализ результатов этих измерений с результатами других исследователей?

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку работы. Считаю, что диссертационная работа «Синтез и исследование свойств тонких углеродных плёнок, полученных методом осаждения в плазме CH_4 и последующей термообработкой» представляет собой целостное законченное научное исследование. Содержание автореферата свидетельствует о соответствии диссертационной работы выбранной научной

специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Учитывая научную новизну и практическую ценность работы, считаю, что Прокопьев Айсен Русланович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Подтверждаю своё согласие на обработку моих персональных данных и размещение отзыва на автореферат диссертации Прокопьева Айсена Руслановича на сайте Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Старший научный сотрудник
лаборатории прикладной электроники
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института сильноточной электроники
Сибирского отделения
Российской академии наук (ИСЭ СО РАН)
(634055, г. Томск, проспект Академический, д. 2/3;
8 (3822) 491-544, contact@hcei.tsc.ru, https://www.hcei.tsc.ru/),
кандидат технических наук
(01.04.04. – Физическая электроника)

21

Гренадёрв Александр Сергеевич

« 17 » 11 2023 г.

Подпись А.С. Гренадёрва удостоверяю
Ученый секретарь ИСЭ СО РАН

O.Jchz -

О.В. Крысина

НИИ
ОТДЕЛЕНИЕ