

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Богуш Н. В.

Формирование электрохимических покрытий серебро-вольфрам для устройств электронной техники,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства
полупроводников, материалов и приборов электронной техники

Диссертационная работа Богуш Н. В. посвящена исследованию закономерностей электрохимического осаждения композиционных покрытий Ag-W из содержащего соли AgNO_3 и $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ сульфатно-аммониевого водного электролита в стационарных, нестационарных режимах электролиза и при стимулирующем воздействии ультразвуковых (УЗ) колебаний. Установлены закономерности формирования покрытий Ag-W на постоянном токе при УЗ активации, впервые получены зависимости состава и физическо-механических свойств покрытий Ag-W от режимов осаждения, а также от концентрации $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в электролите.

Ввиду перспективности использования не содержащих цианидные комплексы водных солевых электролитов и дефицита знаний по механизмам и режимом осаждения из них композиционных покрытий, тема представленной работы является актуальной.

Научная значимость диссертации заключается в математическом моделировании процессов массопереноса в электролите серебрения, позволившем определить зависимости концентрации ионов на электродах и в диффузионных слоях в условиях стационарного и нестационарного электролиза, что позволило оптимизировать состав электролита, в г/л: AgNO_3 – 35, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 170, $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 3,5, NH_4OH (25 %) – 20.

Практическая значимость состоит в установлении влияния режимов и условий электролиза (стационарный и нестационарный, введение УЗ колебаний, импульсный и реверсированный ток) на свойства покрытий: паяемость, износ- и коррозионную стойкость, физическо-механические свойства, определяющие возможности их использования в устройствах электронной техники.

Замечание: в п.2 научной новизны на стр. 4 автореферата механизм адсорбции ионов WO_x^{2-} на катоде подтвержден «...полулогарифмической зависимостью концентрации вольфрама в электролите от его содержания в покрытии...». Причинно-следственная связь сохранена в п.1 Заключение автореферата (стр. 15), «... что может быть подтверждено полулогарифмической зависимостью между количеством вольфрама в покрытии и его концентрацией в электролите».

Считаю, что представленная работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Богуш Н. В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Согласен на размещение отзыва на сайте учреждения образования БГУИР.

Главный научный сотрудник
ГНУ «ФТИ НАН Беларуси», д.т.н.

Зеленин

Зеленин В. А.

Подпись В. А. Зеленина удостоверяю:
Зам. директора ГНУ «ФТИ НАН Беларуси»
по научной работе, к.т.н.
4.12.2025 г



Смягликов И. П.