

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Богуш Натальи Валерьевны на тему: "Формирование электрохимических покрытий серебро-вольфрам для устройств электронной техники", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

В реферате диссертационной работы Богуш Н.В. отражены основные результаты весьма актуальных электрохимических исследований и разработки технологических методик формирования композиционных покрытий на основе серебра с вольфрамом.

В соответствии с целью и основными задачами исследования автором проведен анализ современных методов формирования тонкопленочных металлических покрытий, особое внимание уделено использованию электрохимического осаждения серебра, выявлены основные факторы (состав электролита, плотность тока осаждения и параметры его изменения во времени, ультразвуковое воздействие), оказывающие существенное влияние на механизмы формирования, структуру и состав формируемых покрытий.

Во второй и третьей главах диссертационной работы подводятся конкретные итоги теоретических и экспериментальных исследований процессов гальванического осаждения пленок серебро-вольфрам, закономерности изменения их элементного состава, структуры при различных технологических режимах. При этом впервые проведен теоретический анализ распределения концентраций ионных и молекулярных форм серебра, аммония, вольфрама и сульфатов на поверхности катода и в диффузионных слоях при различных параметрах осаждения, что позволило установить особенности кинетики процесса, предельную диффузионную плотность тока.

Экспериментально установлена линейная зависимость снижения размера зерен покрытия при увеличении плотности тока, что позволяет

получать более плотные слои. Также экспериментально показано, что размер зерен снижается при увеличении концентрации вольфрама в электролите, при этом максимальное содержание вольфрама в покрытии не превышает 3,05 мас.%. Автором расширены представления о комплексных механизмах формирования композиционных покрытий электрохимическими методами, отраженные в описании научной новизны.

Четвертая глава диссертации посвящена изучению эксплуатационных характеристик гальванических покрытий серебро-вольфрам и разработке методик и режимов осаждения пленок для различных применений в изделиях электронной техники.

В автореферате приведены результаты измерений микротвердости и износостойкости слоев при различных режимах осаждения, показано, что введение вольфрама в электролит и, соответственно, в состав покрытий позволяет увеличить их микротвердость практически в 2 раза и уменьшить объемный износ с  $3,85 \cdot 10^{-6}$  до  $0,62 \cdot 10^{-6}$  мм<sup>3</sup> по сравнению с покрытиями из чистого серебра при сравнимом значении контактного электросопротивления на уровне 1,7 мОм.

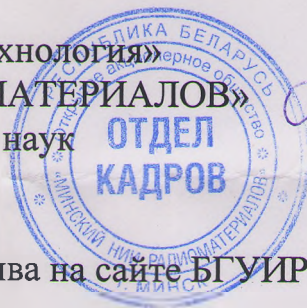
Представленные результаты исследования изменения удельной электропроводности при использовании отжига, а также коррозионной стойкости и паяемости покрытий показывают перспективность их использования при формировании электропроводящих и защитных слоев для изделий с повышенной надежностью, позволяют отметить большую практическую значимость работы и предложить использование ее результатов в изделиях СВЧ электроники.

Результаты диссертационной работы Богуш Н.В. широко обсуждены на различных научных и научно-технических конференциях и семинарах, опубликованы в научной печати. Оригинальность конкретных разработок подтверждается патентом на полезную модель РБ и их внедрением в производство.

К замечаниям по автореферату можно отнести то, что не приводится полное описание параметров и оптимальных режимов осаждения покрытий серебро-вольфрам и не указывается концентрация вольфрамата натрия в электролите при использовании импульсных токов.

В заключение, считаю, что диссертационная работа Богуш Н.В. посвящена изучению актуальной темы, выполнена на высоком научном уровне, широко освещена в научной печати, имеет ярко выраженный практический характер, результаты внедрены в промышленность и образовательный процесс университета, а диссертант заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по избранной специальности.

Заместитель начальника НПЦ «Технология»  
ОАО «МИНСКИЙ НИИ РАДИОМАТЕРИАЛОВ»  
кандидат физико-математических наук



Н.В. Сафронов

Даю согласие на публикацию отзыва на сайте БГУИР