

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушнер Л.К. Электрохимическое осаждение меди при формировании TSV-межсоединений интегральных схем / Л.К.Кушнер, А.А. Хмыль, И.И. Кузьмар, Л.И. Степанова, С.К. Лазарук, А.В. Долбик // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. 2016, часть 4. – С.211-213

УДК 621.794.61

А.А. Касач, Г.М. Довгань, И.И. Курило,
С.Л. Радченко, И.М. Жарский
Белорусский государственный технологический университет

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ СЕРНОКИСЛОГО ЭЛЕКТРОЛИТА МЕДНЕНИЯ В СРЕДЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ

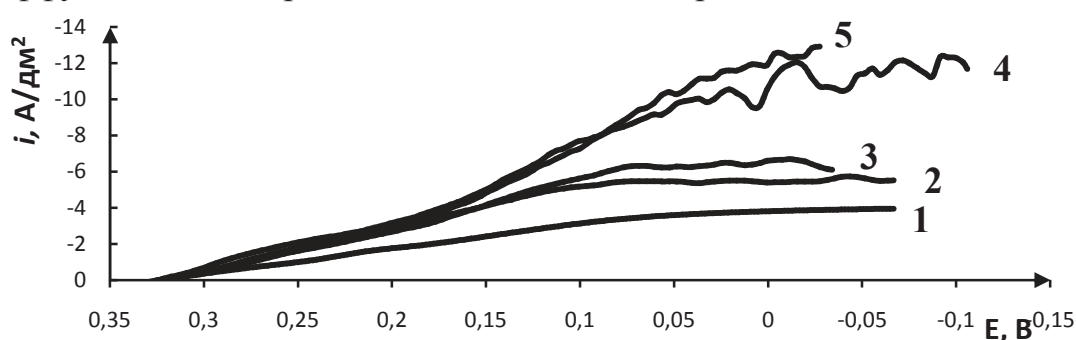
Электролитическое меднение является одним из наиболее распространенных гальванических процессов. Ценные физико-механические свойства электроосажденной меди обусловили широкое применение этих покрытий. Несмотря на то, что процесс гальвано-меднения уже успешно применяется в промышленности, до настоящего времени весьма актуальным остается вопрос об изыскании путей его интенсификации. Известно, что одним из наиболее перспективных средств интенсификации электрохимических реакций является наложения ультразвукового (УЗ) поля [1].

Целью данной работы является изучение влияния параметров УЗ поля на кинетические особенности осаждения и микротвердость медных покрытий, полученных из сернокислого электролита меднения с повышенной рассеивающей способностью.

В результате анализа литературных источников и ранее проведенных исследований [2] был выбран сернокислый электролит меднения с повышенной рассеивающей способностью следующего состава, моль/дм³: CuSO₄·5H₂O – 0,32, H₂SO₄ – 1,63. Микротвердость медных образцов определяли с использованием оптического микроскопа – твердомера AFRI - MVDM8. Поляризационные исследования проводили с помощью потенциостата-гальваностата AUTOLAB PGSTAT302N. Генератором ультразвуковых колебаний являлся гомогенизатор ультразвуковой марки UP 200 Ht. Частота ультразвуковых колебаний составляла 26 кГц, выходная мощность – 1-200 Вт. Опре-

деление рабочих плотностей тока проводили по тесту с использованием ячейки Хулла.

На рисунке 1 представлены поляризационные кривые, полученные при воздействии УЗ поля объёмной мощностью 4 – 24 Вт/дм³. Анализ поляризационных зависимостей показал, что сонохимическое возде приводит к незначительному уменьшению поляризуемости катода в исследуемом электролите. При этом поляризуемость катода также снижается с увеличением мощности УЗ колебаний. Осцилляции тока, наблюдаемые на поляризационных кривых 2 – 5 при потенциалах отрицательнее 0,06 В (рисунок 1), обуславливаются, по-видимому, диффузионными ограничениями катодного процесса.



1 – без наложения УЗ;
 2–5 – при наложении УЗ колебаний мощностью, Вт/дм³:
 2 – 4; 3 – 8; 4 – 16; 5 – 20.

Рисунок 1 – Влияние УЗ поля на катодную поляризацию в сернокислом электролите меднения

Варьирование параметров УЗ поля позволяет контролировать лимитирующую стадию катодного процесса и свойства получаемых покрытий. Представление на рисунке 2 данные показывают, что с увеличением мощности УЗ колебаний увеличивается предельная плотность тока разряда ионов меди. При электролизе в стационарном режиме предельный ток диффузии для исследуемого электролита составлял 4 А/дм².

Сонохимическая обработка за счет кавитационных явлений и чрезвычайно интенсивного перемешивания электролита позволяет существенно увеличить предельный диффузионный ток. Установлено, что при увеличении мощности УЗ поля от 4 до 24 Вт /дм³ (рисунок 3) наблюдается линейный рост предельного диффузионного тока от 4 до 13 А/дм², что, вероятно, обусловлено снижением концентрационной поляризации.

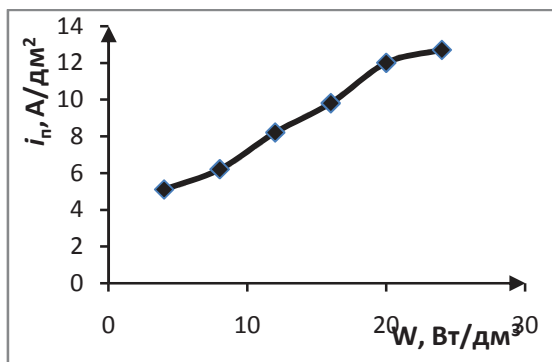


Рисунок 2 – Зависимость предельного диффузионного тока разряда ионов меди от мощности УЗ поля

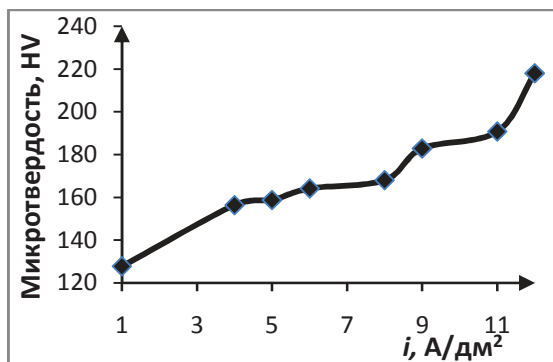


Рисунок 3 – Зависимость микротвердости медных покрытий от плотности тока

В стационарных условиях качественные матовые медные покрытия формируются в диапазоне плотностей тока 0,5–3,5 А/дм². Сонохимическая обработка позволяет. Наложение УЗ поля мощностью 24 Вт/дм³ позволяет существенно увеличить рабочий диапазон катодных плотностей тока. При этом установлено, что с ростом плотности тока от 1 до 12 А/дм² микротвердость медных покрытий, полученных из сернокислого электролита, увеличивается более чем на 170%.

Анализ микрофотографий поверхности образцов, полученных без наложения УЗ поля ($i = 2$ А/дм²) и с использованием сонохимической обработки (объемная мощность 24 Вт/дм³, $i = 12$ А/дм²), показал, что использование высоких плотностей тока способствует формированию медных покрытий с более мелкозернистой структурой (рисунок 4).



а)

б)

Катодная плотность тока, А/дм²: а – 2; б – 12.

Рисунок 4 – Микрофотографии медных покрытий (x400)

Таким образом, проведенные исследования показали, что использование сонохимической обработки способствует существенной интенсификации процесса гальванического меднения за счет повышения диапазона рабочих плотностей тока. Установлено, что повышение плотности тока приводит к формированию на катоде более мелкозернистых осадков меди, и, вследствие этого, способствует увеличению их микротвердости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинберг А. М. Ультразвук в химических и электрохимических процессах машиностроения / А. М. Гинберг. М.: Машгиз, 1962 –С 48.
2. Яскельчик В.В., Курило И.И., Крышилович Е.В., Касач А.А. Электрохимическое меднение сложнопрофильных изделий тезисы 81-й научной науч.-техн. Конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1-12 февраля 2017 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.В. Войтов; УО БГТУ. Минск: БГТУ, 2017. – 168 с.

УДК 621.793

В.В. Жилинский, доц., канд. хим. наук;
В.В. Чаевский, доц., канд. физ.-мат. наук; А.В. Романовская
БГТУ, г. Минск

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ Ni-УДА/Мо–N-ПОКРЫТИЯ НА ТВЕРДОМ СПЛАВЕ

Одним из перспективных направлений создания композиционных материалов является получение композиционных электрохимических покрытий (КЭП) путем гальванического соосаждения частиц с металлическими покрытиями, показывающие высокие физико-механические и электрохимические свойства [1]. В ряду модифицирующих добавок, включающем наноразмерные частицы, наибольшее практическое применение для модифицирования покрытий и поверхностных слоев получили ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза (УДА). Использование УДА, получаемых детонацией взрывчатых веществ, в качестве композиционного материала в электрохимических и химических металл-алмазных покрытиях приводит к повышению их износостойкости, твердости, коррозионной стойкости, существенной адгезии, резкому снижению коэффициента трения [2]. Перспективное направление использования КЭП такого вида – упрочнение инструмента. Вместе с тем безэлектролизное осаждение металлических покрытий – один из перспективных методов защиты от коррозии, поскольку позволяет получать практически беспористые, однородные по толщине покрытия на деталях сложного профиля [3]. В настоящее время в машиностроении для повышения функциональных свойств деталей из конструкционных сталей: коррозионной стойкости, твердости, износостойкости – широко используются гальванические железные покрытия, покрытия сплавами железа и Ni-P