

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА ДЛЯ КОНТАКТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Пешко А.И.

Богуш Н.В. – н.с. НИЛ 10.

Покрытия на основе серебра нашли широкое применение в производстве подвижных и неподвижных электрических контактных систем в радиоэлектронике и электротехнической промышленности. Также применение различных условий формирования позволяют получать новые покрытия с улучшенными свойствами.

Для получения новых контактных материалов, которые характеризуются высокой эрозийной стойкостью, возможно использование композиционных электрохимических покрытий на основе высокопроводящего металла и тугоплавких металлов. Однако их совместное осаждение из истинных водных растворов вызывает определенные затруднения. Для сильноточных контактов чистые металлы не применимы. Поэтому для изготовления мощных контактов применяют композиции, представляющие собой равномерную смесь тугоплавкого и легкоплавкого компонентов, например вольфрама и серебра. При расплавлении легкоплавкий компонент удерживается капиллярными силами в порах тугоплавкого компонента, образующего скелетную решетку. Вольфрам является одним из распространённых контактных материалов. Он лучше всех противостоит дуговым разрядам, практически не сжигается, (благодаря высокой температуре плавления), не изнашивается (благодаря высокой твердости). Однако вольфрам не стоек против коррозии и окисления, лучше всего работает в вакууме, в атмосфере водорода или азота. Кроме того, для контактов с малым нажатием вольфрам неприменим. Поскольку молибден находится в одной подгруппе с вольфрамом [8], то его специфическое поведение в процессе осаждения на катоде аналогично.

В последние годы композиционные материалы вносят существенный вклад в прогресс машиностроения, приборостроения, электроники, в развитие военной и авиакосмической техники, т.е. отраслей техники, определяющих уровень научно-технического развития.

Легирование покрытий другими металлами, повышая их износостойкость, приводит к ухудшению их электрофизических свойств. Постоянное ужесточение требований к выпускаемой продукции, низкие износостойкость, микротвердость и электроэрозийная стойкость серебряных покрытий вызывают необходимость разработки новых методов получения материалов с комплексом особых свойств и технологии их производства.

Проведенный анализ развития современных технологий формирования металлических покрытий показывает, что для решения существующих проблем представляется перспективным использовать следующие направления:

- переход от осаждения металла к электрохимическому формированию композиционных покрытий;
- электроосаждение с применением нестационарных и программируемых режимов электролиза;
- использование ультразвука [1-14].

Существуют различные способы получения композиционных материалов, такие как прессование, литье, физическое импульсное осаждение, химическое и электролитическое осаждение. Однако наиболее широко используемым является метод электрохимического осаждения, позволяющий получать разнообразные композиционные электрохимические покрытия из электролитов-суспензий с добавкой определенного количества высокодисперсного порошка, что обусловлено малыми затратами, требуемыми на его реализацию, и высокой производительностью.

Для получения функциональных композиционных покрытий на основе серебра в качестве вещества второй фазы используют порошки корунда, графита, дисульфида молибдена, нитрида бора, дипиколината серебра (II), оксидов бериллия или титана [1-6]. Объемная доля включений в покрытие составляет 0,5–2,0 %. Модификация электролитов позволяет получать покрытия с более высокой твердостью и износостойкостью, которые сохраняются при длительном хранении, улучшенными антифрикционными свойствами, повышенной стойкостью к искровой эрозии по сравнению с чистыми серебряными покрытиями. Введение непроводящих частиц второй фазы существенно улучшает механические свойства покрытий, однако при этом отмечается ухудшение электрических свойств тонких пленок. Поэтому представляется перспективным соосаждение металлов с высокодисперсными твердыми частицами, что позволит повысить физико-механические и коррозионные свойства покрытий при несущественном изменении их электрических параметров.

Особым типом КЭП являются покрытия, получаемые не из суспензии, а непосредственно при электрохимическом разряде соосаждаемых компонентов из электролита, не содержащего частиц второй фазы. В этом случае один из металлов разряжается, присоединяя кислород в виде окисла. Одним из таких покрытий является КЭП серебра с имеющей в качестве дисперсной фазы частицы тугоплавких металлов (рения, молибден, вольфрам) [7-9, 15-16].

Наряду с соосаждением частиц дисперсной фазы, перспективным путем, который позволяет в широких пределах воздействовать на морфологию, субструктуру и физические свойства получаемых покрытий, является также применение нестационарного электролиза [5, 6, 9, 17].

Проведённые исследования серебряных покрытий, полученных при нестационарных режимах электролиза, показали, что происходит измельчение структуры, снижение шероховатости поверхности, увеличение на 15-20 % равномерности распределения и на 30 % отражательной способности осадков. Беспористые покрытия получают при толщине 5-7 мкм (для полученных на постоянном токе – 10-15 мкм). Режим импульсного электролиза активно влияет на процесс кристаллизации. Осадки плотноупакованные, с высокой степенью совершенства текстуры и с малым углом её рассеяния.

Анализ литературы по интенсификации ультразвуком процессов электроосаждения и воздействию ультразвука на электрохимические процессы позволяет выделить следующие возможные эффекты [12, 18-21]: при нанесении тонких слоев существенно повышается равномерность покрытия и уменьшается шероховатость. При нанесении покрытий с большой толщиной (и больших токах) под действием ультразвука обеспечивается ускорение процесса в целом, заметно увеличивается выход металла по току, улучшается структура (металл становится мелкозернистым, блестящим), увеличивается микротвердость. Покрытие получается равномернее и толще в несколько раз, улучшается его адгезия к подложке, повышается скорость осаждения. Для обеспечения однородности обычно стремятся обеспечить доквитационный режим.

Внедрение наполнителей в тонкие электрохимические слои, применение периодических токов и ультразвука, программное изменение режимов электролиза позволяет генерировать новый класс композиционно-модифицированных многослойных структур, которые обладают улучшенными эксплуатационными свойствами.

Список использованных источников:

1. Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные материалы. - М.: Химия, 1983. – 304 с.
2. Антропов Л.И. Композиционные электрохимические покрытия. - Киев.Навукова думка.-1986.- 213 с.
3. Антропов Л.И., Лебединский Ю. Н. Композиционные электрохимические покрытия и материалы. – Киев: Техніка, 1986. – 200 с.
4. Бородин И.Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями. - М.: Машиностроение. - 1982. - 141 с.
5. Кузьмар И.И. Формирование серебряных покрытий с упрочняющей фазой из ультрадисперсных алмазов: Дисс. на соиск. уч. степ. к-та. техн. наук: 02.15.03. – БГУИР, Минск. - 2003.- 160 с.
6. Хмыль А.А. Исследование влияния нестационарных режимов электролиза на качество серебряных и золотых покрытий: Дисс. на соиск. уч. степ. к-та. техн. наук: 05.17.03. – МРТИ, Минск. - 1977. - 200 с.
7. Васью А.Т. Электрохимия вольфрама. Киев: Техника, 1969 г.
8. Суворова О.А. О влиянии изменения энергии связи металл-водород при электроосаждении сплавов металлов из водных растворов и, в частности, при восстановлении металлов из анионов. Сб. "Химия и химическая технология". Вып.1 Алма-Ата, 1970 г.
9. Гальваническое осаждение функциональных покрытий в нестационарных режимах электролиза / Кузьмар И.И., Кушнер Л.К., Ланин В.Л., Хмыль А.А. // Технологии в электронной промышленности, С.-Петербург, 2013. – С. 70-75.
10. Оптимизация условий электроосаждения композиционных покрытий олово-ультрадисперсный алмаз / Кузьмар И.И., Вакульчик В.А., Кушнер Л.К., Хмыль А.А. – Доклады БГУИР, № 6 (60), 2011. – С. 34-38.
11. Формирование объемных выводов полупроводниковых приборов методом электрохимического осаждения / Хмыль А.А., Кузьмар И.И., Кушнер Л.К., Богуш Н.В., Борисик М.М., Завадский С.М. – Доклады БГУИР, № 8 (78), 2013. – С. 34-38.
12. Котухов А.В., Колтович В.А., Дежунов Н.В., Кушнер Л.К. Активность кавитации в ультразвуковом поле на границе электрод-электролит //Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий: материалы Республиканского научно-технического семинара, 6-7 декабря 2011 г. – С. 60-63.
13. Формирование наноконпозиционных покрытий с улучшенными функциональными свойствами / Хмыль А.А., Кузьмар И.И., Кушнер Л.К., Образцова О.Н. // Инженерно-педагогическое образование: проблемы и пути развития: материалы (по итогам работы МНПК, Минск, 16-17 мая 2013 г.): в 2 ч. / М-во образования РБ, УО МГВРК; под общ. ред. канд. пед. наук, доцента С.Н. Анкуды. – Минск: МГВРК, 2013. – Ч. 2. - С. 27-29.
14. Синявский А.В., Хмыль А.А. Формирование наноконпозиционных электрохимических покрытий на основе никеля. // Материалы 48-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. (Минск, 7 – 11 мая 2012 г.) / редкол.: Л.Ю. Шилин [и др.]. – Минск: БГУИР, 2012. – С. 123-124.
15. Кушнер Л.К., Богуш Н.В., Хмыль А.А. Исследование физико-механических и функциональных свойств композиционных материалов серебро-вольфрам // Материалы докладов IX международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, СВАРКА», 28-29 сентября 2010 г. Минск, Беларусь. С. 182-183.
16. Электрохимическое формирование композиционных покрытий на основе серебра / Богуш Н.В., Кушнер Л.К., Хмыль А.А., Вакульчик В.А. // Материалы международной научно-технической конференции «Современные средства связи», 28-30 сентября 2010 г., Минск, Республика Беларусь. - С. 76.
17. Костин Н.А., Кублановский В.С., Заблудовский А.В. Импульсный электролиз. – Киев: Наук. думка, 1989. - 169 с.
18. Дежунов Н.В., Колтович В.А., Кушнер Л.К., Котухов А.В. Метод идентификации режимов озвучивания при воздействии ультразвуком на массоперенос на границе электрод-электролит // Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий. Республиканский научно-технический семинар, 20-21 декабря 2012 г., Минск, Беларусь. – С. 149-152.
19. Влияние импульсного модулирования ультразвукового поля на динамику развития кавитационной области и активность кавитации / Дежунов Н.В., Котухов А.В., Столер В.А., Колтович В.А., Николаев А.Л. // Доклады БГУИР. 2012. №2. - С. 92-98.
20. Dezhkunov N. V. and A. Francescutto A. HIFU Cavitation in Pulsed and Continuous Ultrasound Fields // Book of Abstracts of 13-th meeting of the European Society of Sonochemistry (ESS-13), 2012, Lviv, Ukraine, Editors V. Starchevskyy, O. Kondratovich. –2012- P. 26-27, (ISBN 978-617-607-274-4).
21. Оборудование для ультразвуковой интенсификации гальванических техпроцессов/ Дежунов Н.В., Колтович В.А., Кушнер Л.К., Шаплыко В.В. // III РНТС «Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий», которая пройдет 5-6 декабря 2013 г. в БГТУ, Минск, Республика Беларусь. – БГТУ, Минск, 2013.