

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ДЕКОРАТИВНАЯ ХИМИКО-ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ

*Степанова Л.И., Воробьева Т.Н., Бодрых Т.И.,*

*Пуrowsкая О.Г., Рева О.В.*

*НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета, г. Минск*

Металлизированные диэлектрики (пластмасса, керамика) сочетают полезные свойства металлов (электропроводность, улучшенные механические свойства, повышенная коррозионная стойкость, пониженные газо-, свето-, водопроницаемость и горючесть) и диэлектриков (низкий удельный вес, меньшие энергоемкость изготовления и стоимость), что делает их перспективными для применения в приборостроении, электронной и радиопромышленности, бытовой технике, при производстве фурнитуры и т.д.

Основными проблемами на пути расширения областей применения и внедрения в промышленность процессов металлизации диэлектриков являются обеспечение высокой прочности сцепления осаждаемых из растворов металлических покрытий с подложкой, достижение требуемых электрофизических и механических свойств покрытий и селективность осаждения при получении металлических рисунков на нефольгированных диэлектриках.

В данном сообщении в аннотационной форме суммированы результаты исследований коллектива сотрудников НИИ физико-химических проблем в области нанесения сплошных металлических покрытий и селективного осаждения металлов в виде рисунков или локальных покрытий на диэлектрики различной химической природы, позволившие создать ряд технологических процессов металлизации таких диэлектриков как АБС-пластики, полиимидная пленка, полистирол, полиэтилентерефталат, полиметилметакрилат, поликор, поликарбонат, стеклотекстолит и др.

Учитывая, что каждая операция в многостадийном процессе металлизации диэлектриков влияет на конечные свойства получаемых изделий, ясно, что условия их проведения определяются конкретной технологической задачей. Основными операциями процесса металлизации являются: обезжиривание, травление, активация, химическое осаждение тонкой пленки металла (обычно меди или никеля), химическое или электрохимическое осаждение металла с необходимыми свойствами до требуемой толщины.

**Подготовка поверхности.** В ходе многочисленных исследований нами установлено, что в результате травления происходит гидрофилизация поверхности, формируется развитый рельеф, требующийся для увеличения площади зоны адгезионного взаимодействия и замкового зацепления, создаются функциональные группы (-COOH, -OH, =SO<sub>2</sub> и др.), необходимые для химического и вандер-ваальсовского взаимодействия ионов металлов с подложкой при их адсорбции из растворов. Модификация подложки в значительной мере определяет микроструктуру тонких пленок металлов.

Травление стеклотекстолита с эпоксикаучуковым адгезионным слоем, а также АБС, полистирола, поликарбоната проводили в хромовосерно-кислых растворах при повышенной температуре в течение 10-30 мин, не допуская перетравливания, которое вызывает разрушение приповерхностных слоев подложки. Нередко травлению предшествовало предварительное набухание полимера в органических растворителях, что позволяло снизить температуру и уменьшить его длительность. Для травления полиимидной пленки, полиэтилентерефталата использовали щелочные растворы с органическими азотсодержащими добавками. Травление стекла, поликора, пьезо- и сегнетокерамики осуществляли в растворах, содержащих плавиковую кислоту или кислые фториды. Показано, что в случае гладких подложек травление должно обеспечивать получение мелкозернистого рельефа с размерами элементов не более 0,1 мкм.

**Активирование.** В процессе активирования на поверхности диэлектрика образуются каталитические центры, инициирующие процесс химического осаждения металла. Установлено, что качественные металлические покрытия формируются на диэлектриках, поверхность которых в результате процесса активирования содержит большое количество (до 1000 мкм<sup>2</sup>), нанометровой величины, равномерно распределенных частиц металла-активатора. Показано, что наряду с солями палладия для активирования поверхности диэлектриков перед химическим меднением можно использовать соединения меди [1], при этом достигается высокое качество металлического покрытия.

Разработан и защищен патентом способ активирования, основанный на нанесении на металлизированную поверхность токопроводящих слоев полисульфида меди, позволяющий проводить прямое гальваническое осаждение никеля, минуя стадию химического осаждения металла. Показана перспективность этого способа активирования при получении экранов электромагнитного излучения из металлизированных пластмасс.

Разработанные способы селективного палладиевого и беспалладиевого активирования используются при получении гибких кабелей и печатных плат на нефольгированной полиимидной пленке [2], а также при зарациивании медью сквозных отверстий в керамических подложках для получения вакуумноплотных токопроводов и заземляющих структур в производстве СВЧ-микросхем [3].

**Химическое осаждение металлов.** Достаточно подробно сведения о процессах химического осаждения металлов из водных растворов приведены в монографии [4], подготовленной при участии авторов статьи. Подобраны растворы химического осаждения меди и никеля, позволяющие получать на полиимиде мелкозернистые селективно осажденные пленки меди (толщиной до 1-3 мкм) и никеля (толщиной до 10 мкм) с минимальным размером проводников  $\sim 10$  мкм и адгезией 600-800 Н/м [2].

Создан работающий при повышенных температурах (40-70°C) раствор химического осаждения пластичных пленок меди, пригодный для доращивания тонких пленок меди до толщины 30 мкм и более, характеризующийся скоростью осаждения 1-7 мкм/ч, высокой стабильностью, простотой эксплуатации и корректировки, отсутствием шлама в объеме раствора и явлений пассивации растущей поверхности, высокой рассеивающей способностью. Перечисленные свойства позволили использовать раствор: для селективного заполнения медью микроотверстий в керамических подложках с получением вакуумно-плотных покрытий; при металлизации отверстий печатных плат вместо традиционно используемых растворов тонкослойного химического меднения и гальванозатяжки; при получении равномерного медного покрытия на поверхности цилиндрических керамических резонаторов с узкими цилиндрическими отверстиями взамен серебряного покрытия, получаемого путем нанесения сереброросодержащих паст и последующего вакуумного отжига; при получении толстых (до 30 и более мкм) пластичных паяемых медных покрытий на изделиях сложной формы [3].

Разработаны и используются на практике низкотемпературные гипофосфитные растворы химического никелирования, позволяющие получать рисунки из черного никеля на полиметилметакрилате (оптические шкалы, шильдики), черные никелевые покрытия, характеризующиеся специфическими оптическими свойствами (коллекторы солнечной энергии, солнечные батареи, датчики космического и других ионизирующих излучений); отражающие никелевые покрытия (оптические призмы из полиметилметакрилата).

Разработаны процессы избирательного и неизбирательного осаждения сплавов Ni-W-P и Ni-Mo-P, характеризующихся высокой термостойкостью и хорошими резистивными характеристиками, что позволяет использовать их в качестве тонкопленочных резисторов, диффузионных барьеров и т.п.

#### Литература

1. Степанова Л.И. и др. // Вестник БГУ. Сер. 2. 1997. № 1. С. 14-18.
2. Воробьева Т.Н. // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 1994. Т. 36. № 9. С. 1491-1498. (Polymer. Sci. Ser. A. Vol. 36. № 9. P. 1240-1246.).
3. Степанова Л.И., Бодрых Т.И. // Гальванотехника и обработка поверхности. 1993. Т.1. № 5-6. С. 33-36.
4. Химическое осаждение металлов из водных растворов. Под ред. Свиридова В.В. Минск. Изд-во Университетское. 1987. 270 с.

### СОСТАВ И СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ СПЛАВОВ МЕДЬ-ОЛОВО И НИКЕЛЬ-ОЛОВО

*Бобровская В.П., Воробьева Т.Н., Рева О.В.  
НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета*

Из литературы известно, что биметаллические электрохимически осажденные покрытия часто обладают комплексом ценных свойств, выгодно отличающих их от покрытий из индивидуальных металлов и металлургических сплавов. К таким свойствам относятся повышенная твердость, износостойкость, наличие антифрикционных свойств, декоративный внешний вид, улучшенная способность к пайке (для сплавов содержащих олово) [1-3].

Особый интерес представляют биметаллические электрохимически осажденные пленки Cu-Sn и Ni-Sn, воплотившие все перечисленные достоинства: микротвердость - до 3-6 ГПа, коэффициент трения бронз по стали - до 0,08-0,11 [1] в сочетании с высокой (особенно у покрытий Ni-Sn) коррозионной стойкостью [2,3]. Несмотря на эти преимущества электрохимически осажденных биметаллических покрытий, их осаждение из растворов не получило широкого распространения в технике. Виной тому является ряд причин, которые в комплексном виде в литературе не анализируются.

Биметаллические покрытия Cu-Sn и Ni-Sn наилучшего качества с