

АНАЛИЗ СПОСОБОВ МЕТАЛЛИЗАЦИИ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОДЛОЖЕК

¹Е.В. Пилипчук, ²Н.Н. Максимченко

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
²Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск, Беларусь

ANALYSIS OF METALLIZATION METHODS FOR CERAMIC SUBSTANCES

¹E.V. Pilipchuk, ²N.N. Maksimchenko

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus
²The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus

Аннотация. Рассмотрены способы металлизации керамических изделий микроэлектроники: нанесение пасты из тонкодисперсного металла; нанесение соли металла с восстановителем; вакуумное CVD- и PVD-осаждение, плазменное, газодинамическое напыление, распыление металла; диффузионная сварка; химико-электролитическая металлизация; комбинирование способов.

Ключевые слова: металлизация, керамика, покрытие, осаждение, напыление, вжигание, деформационное плакирование.

Annotation. Methods of metallization of ceramic microelectronics products are considered: applying a paste of finely dispersed metal; applying a metal salt with a reducing agent; vacuum CVD and PVD deposition, plasma, gas dynamic sputtering, metal sputtering; diffusion welding; chemical-electrolytic metallization; combination of methods.

Keywords: metallization, ceramics, coating, deposition, sputtering, burning in, deformation cladding.

Значительная доля керамических изделий радио- и электротехники подвергается металлизации для придания поверхности деталей свойств металла: электропроводности, теплопроводности, способности к пайке. Металлизация обеспечивает необходимую функциональность подложки в части передачи электрических сигналов между компонентами, монтируемыми на подложке.

Себестоимость изготовления металлизированных керамических подложек во многом определяется способом металлизации, поэтому поиск новых технологий обеспечивающих высокое качество сформированных слоев покрытий и низкую себестоимость их изготовления, остается актуальным.

Цель настоящих исследований заключалась в анализе достоинств и недостатков существующих способов металлизации керамических подложек.

Результаты исследований. Металлизация отдельных участков керамического изделия предусматривает следующие стадии: создание токопроводящего металлического слоя на поверхности изделия; создание прочного и вакуумно-плотного соединения керамической и металлической деталей методом пайки; нанесение тонких слоев металлических пленок на керамические основания.

В зависимости от назначения металлического покрытия, выбирают соответствующие металлы и технологию металлизации. Для металлизации применяют благородные металлы (Au, Ag, Pt, Pd и их сплавы); тугоплавкие (W, Mo, Ta, Cr); элементы и сплавы группы железа. Толщина металлических пленок изменяется от долей до нескольких сотен микрометров и зависит от назначения покрытий и технологии их нанесения.

Способы металлизации проще всего классифицировать по принципам, лежащим в основе технологических приемов получения покрытия. Таким образом, среди известных способов металлизации можно выделить три основных класса [1, 2]: механический; физический;

химический. В последнее время наиболее часто применяют способы металлизации, позволяющие формировать тонкие слои металлов.

Механические способы металлизации самые старые и наиболее простые.

Физические способы металлизации сложнее, чем механические, и требуют специального оборудования. При осуществлении всех физических видов металлизации исходят из уже готовых металлов или их сплавов, преобразуемых затем в металлические покрытия и сопутствующие им отходы, на что уходят дополнительные энергетические затраты. Более предпочтительны химические методы металлизации, которые позволяют прямо из соединений металлов получать металлические покрытия с меньшими энергетическими потерями, а часто и с меньшими потерями самого металла.

Химические способы металлизации по типу металлогенных реакций, лежащих в их основе, можно разделить на следующие: вжигание, восстановление, разложение, электролиз, фотолиз, радиолиз. Наиболее широкое применение имеют электрохимические, или гальванотехнические, способы осаждения металлов из расплавов или водных растворов электролитов путем электролиза.

В настоящее время можно выделить следующие популярные способы металлизации керамики: нанесение на поверхность керамики пасты, состоящей из тонкодисперсного металла, замешанного на органической связке, с последующим ее вжиганием; нанесение на поверхность керамики соли некоторого металла в смеси с восстановителем и с последующим вжиганием; вакуумное CVD- и PVD-осаждение, плазменное, газодинамическое напыление, распыление расплавленного металла на поверхность керамики; диффузионная сварка керамики и металла при температурах 1100-1300°C и под давлением 20-30 МПа; химико-электролитическая металлизация; комбинирование нескольких способов, например, нанесение подслоя металла химико-электролитическим способом и последующее напыление вакуумным или плазменным способом.

Перечисленные способы обеспечивают возможность получения качественных слоев покрытий на керамических подложках, обладающих высокими эксплуатационными свойствами: электро- и теплопроводность, прочность сцепления с основой, смачиваемость и способность к пайке. Однако они имеют и ряд недостатков: высокая трудоемкость приготовления материалов покрытий, затраты электроэнергии, необходимость предварительной подготовки поверхности и использования сложного и дорогостоящего оборудования.

Все вышеперечисленные недостатки в совокупности увеличивают себестоимость изготовления металлизированных керамических подложек изделий микроэлектроники, снижают их конкурентоспособность, что обуславливает необходимость поиска новых технологий металлизации.

Одним из перспективных путей решения этой задачи является применение способа фрикционного плакирования гибким инструментом (ФПГИ) [3-4], в качестве которого используется вращающаяся металлическая щетка с проволочным ворсом, а покрытие формируется за счет переноса ворсинками щетки микрочастичек контактирующего с ней материала-донора на поверхность обрабатываемой детали.

Список цитируемых источников

1. Толкачева, А. С. Технология керамики для материалов электронной промышленности: учеб. пособие : в 2 ч. / А. С. Толкачева. И. А. Павлова. – Екатеринбург : Изд-во Урал, ун-та, 2019. – Ч. 1. – 124 с.
2. Исследование свойств оксидной керамики на основе Al₂O₃, и ZrO₂ : методич. указания / сост. С. В. Матренин. – Томск : Изд. ТПУ, 2009. – 24 с.
3. Способы модификации поверхностей гибким инструментом и их практическое применение. Часть 1. Пластическое деформирование поверхностного слоя с одновременным нанесением функциональных покрытий вращающимися проволочными щетками / Л. С. Белевский [и др.] // Вестник машиностроения. – 2020. – № 2. – С. 58–63.
4. Способы модификации поверхностей гибким инструментом и их практическое применение. Часть 2. Практическое применение фрикционного плакирования вращающимися проволочными щетками / Л. С. Белевский [и др.] // Вестник машиностроения. – 2020. – № 3. – С. 61–64.