

УДК 621.357.53

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Давид Александрович Мануков ⁽¹⁾, Руслан Игоревич Фёдоров ⁽²⁾

*Студент 3 курса ⁽¹⁾, магистрант 1 года ⁽²⁾,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Ю.С. Боброва,
ассистент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Металлизация диэлектриков является важным этапом в технологии изготовления печатных плат (далее – ПП), а также в технологии создания объемных схем на пластиках (далее – ОСП). Условно процесс металлизации можно разделить на два этапа: создание токопроводящего слоя (далее – ТС) на поверхности диэлектрика (стеклотекстолита, пластика, керамики и т.д.) и электролитическое осаждение меди на этот слой.

Возможны три способа нанесения ТС на поверхность диэлектрической подложки [1]:

- погружением подложек в раствор;
- накаткой раствора;
- распылением раствора на обрабатываемую поверхность.

Среди требований, предъявляемым к процессу металлизации, помимо требований по электропроводности, предъявляются требования к минимальной толщине покрытия, его адгезии к поверхности материала основания и шероховатости как токопроводящего покрытия, так и осажденной на него меди [2].

Минимальная толщина металлизации в переходных отверстиях ПП не должна быть менее 20 мкм для двусторонних и 25 мкм для многослойных печатных плат [2], что делает необходимым электролитическое осаждение меди. Требование к шероховатости поверхности металлизации низкочастотных схем обусловлено необходимостью монтажа на ПП или ОСП электронных компонентов как в корпусе, так и без него. От качества поверхности меди будет зависеть объем адгезива и (или) паяльной пасты при монтаже и пайке компонентов, а также тепловое сопротивление на границе контактирования тел с разными термомеханическими и диэлектрическими свойствами (пара металл – полупроводник) [3].

Было проведено 2 эксперимента. Во время 1-ого эксперимента металлизировались заготовки с ТС из палладия. Каждая заготовка из стеклотекстолита зачищалась от органических загрязнений изопропиловым спиртом, сушилась и проходила 3 этапа процесса предподготовки. На 1-ом этапе заготовки кондиционировались – обрабатывались в специальном растворе (рН 9) для создания условий последующего наилучшего осаждения проводящего слоя на диэлектрических поверхностях. На следующих этапах посредством активации диэлектрика в совмещенном коллоидном растворе на основе хлористых солей олова и палладия (рН 0) с последующим разложением солей в растворе (рН 12) на поверхности диэлектрика формировался тонкий токопроводящий слой палладия.

После прохождения всех этапов прямой металлизации заготовки погружались в серноокислый электролит меднения и металлизировались в течение 1 часа. Площадь

погружаемого в раствор диэлектрика составляла $S_{\text{мет}} \approx 0.336 \text{ дм}^2$, регулируемое значение плотности тока составляло $j \approx 1.48 \frac{\text{А}}{\text{дм}^2}$. Адгезия получившегося слоя на границе медь-палладий – хорошая (см. рис.1).

Во 2-ом эксперименте на предварительно зачищенные диэлектрические подложки методом аэрозольного распыления были нанесены слои графита и токопроводящего лака. Эти материалы не требуют промежуточной химической подготовки поверхности. Площадь каждой заготовки составляла $S_{\text{мет}} \approx 0.5 \text{ дм}^2$, одновременно металлизировались 2 подложки. Время электролитического осаждения меди из сернокислого электролита составляло 1 час, плотность тока $j = 2 \frac{\text{А}}{\text{дм}^2}$. В то время как металлизация на ТС из графита прошла по всем поверхностям заготовки, на подложке с ТС из Emilac (токопроводящий лак на медной основе с добавлением серебра) медь осадилась только на 2 см от границы раствор-воздух. Адгезия получившегося слоя медь-графит – удовлетворительная (см. рис.2).

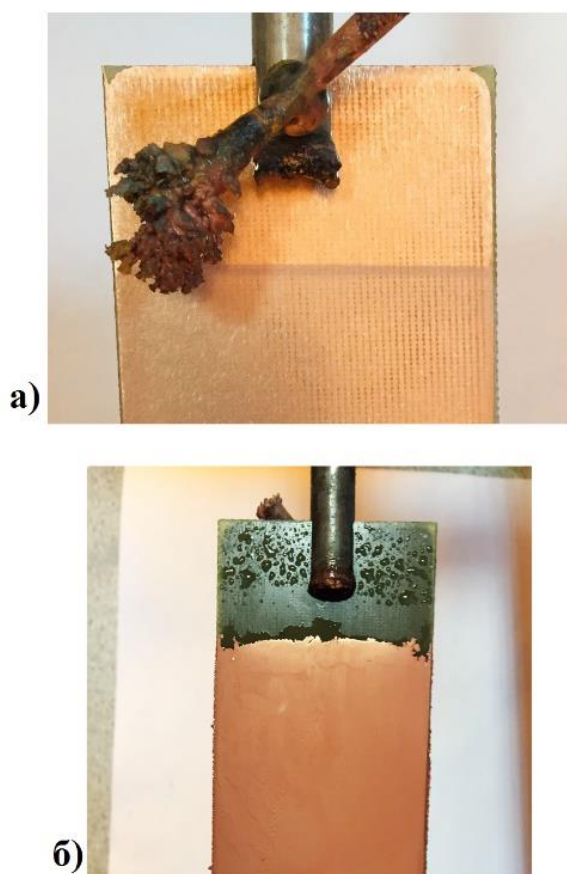


Рис.1. Процесс прямой металлизации с использованием палладия:
а) предподготовка, б) металлизация (1 час)

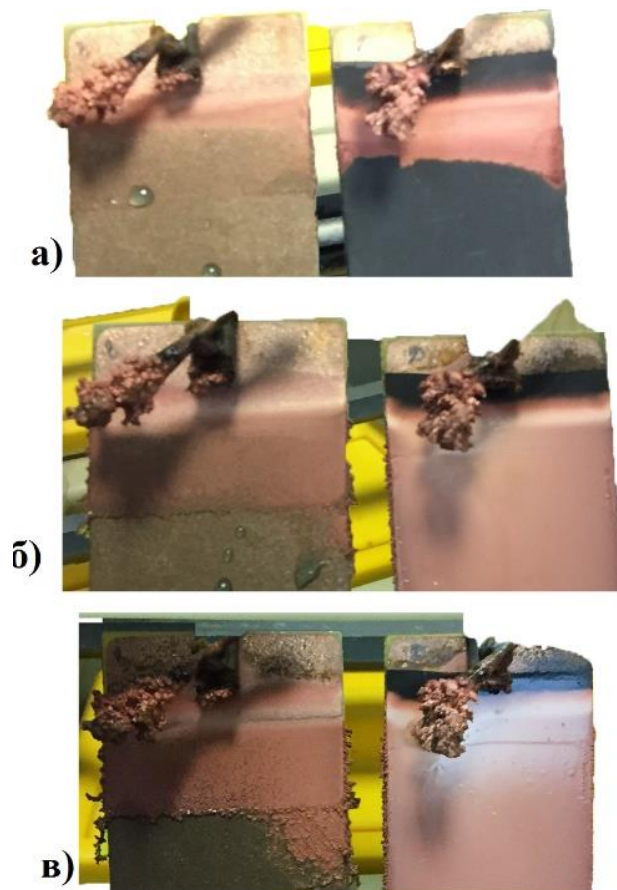


Рис.2. Процесс металлизации заготовок с ТС графита (справа) и Emilac (слева) после:
а) 1 мин., б) 10 мин., в) 1 час

В ходе дальнейшего исследования с помощью профилометра были измерены показатели шероховатости 3 заготовок с ТС из графита и 3 заготовок с ТС из Emilac. Выходные параметры получившихся металлизированных заготовок сведены в итоговую таблицу (см. табл.1).

Таблица 1. Выходные параметры металлизированных заготовок

Токопроводящее покрытие	№ образца	Шероховатость Ra, мкм	Масса осажденной меди, грамм	Адгезия
Прямая металлизация	1	Не измерялась	2,35	Хорошая
	2		1,91	
	3		—	
Emilac	1	3,248	Не металлизировались	Неудовлетворительная
	2	3,235		
	3	3,316		
Графит	1	0,809	3,05	Удовлетворительная
	2	1,835	4,36	
	3	0,683	3,3	

На рис.3 приведены графики, отображающие качество поверхности каждого ТС.

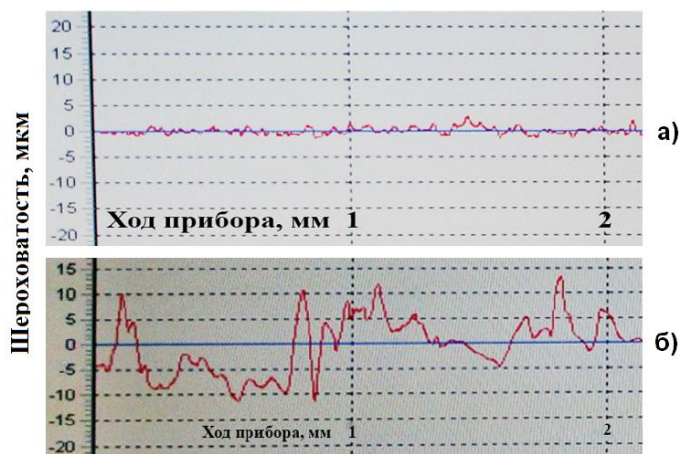


Рис.3. Графики шероховатости поверхности заготовок: а) ТС из графита; б) ТС из Emilac

Статистическим методом получены средние значения шероховатости для ТС из графита и Emilac, на основе которых сделан вывод о влиянии микронеровностей на поверхности токопроводящего слоя на качество осажденной меди (см. рис.4).

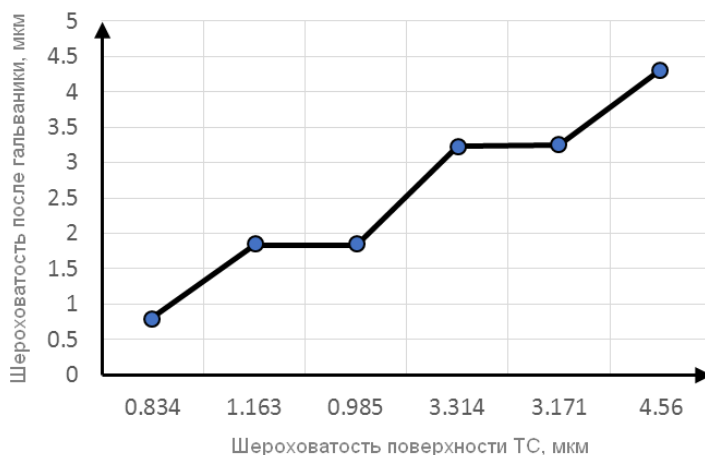


Рис.4. График зависимости шероховатости металлизации от шероховатости ТС

На основе проведенного анализа даны рекомендации по выбору ТС и процессу металлизации:

1. Токопроводящий слой должен выдерживать любой тип перемешивания в гальванической ванне (воздушное, эжекторное). Чтобы минимизировать механическое смывание токопроводящего слоя рекомендуется загружать заготовки под током не менее 1.5 А/дм^2 .
2. Графитовое покрытие может быть применено в тех случаях, когда на поверхности отверстия базового материала (например, на материалах на основе фторопласта) посредством прямой активации в совмещенном коллоидном растворе на основе хлористых солей олова и палладия создаётся токопроводящий слой недостаточной толщины.
3. Графитовое покрытие, формируемое аэрозольным методом, рекомендуется применять в случаях, когда отношение минимального отверстия к толщине заготовки не превосходит 2:1.

Литература

1. *Медведев А.М.* Технология производства печатных плат. М.: Изд-во Техносфера, 2005. 112 с.
2. ГОСТ Р 53432-2009. Платы печатные. Общие технические требования к производству. Введ. 2010-06-30. М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. 7с.
3. *Пазинич Л., Сейдман Л.* Технология монтажа мощного транзистора. О тепловом сопротивлении на границах припоя // *Электроника. Наука, технология, бизнес.* РИЦ Техносфера. Электрон. журн. 2016. № 9 (00159). Режим доступа: http://www.electronics.ru/files/article_pdf/5/article_5762_157.pdf (дата обращения 10.03.2018)