

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Савицкой Сирануш Артуровны

«Разработка технологических процессов подготовки поверхности к химическому меднению в производстве печатных плат», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям

2.6.17 Материаловедение и 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

На практике наиболее часто применяется технология непрямой металлизации отверстий, которая реализуется в три этапа. Сначала проводится химическое меднение – автокаталитический окислительно-восстановительный процесс, катализатором которого является металлический палладий, слой которого формируют на поверхности диэлектрика на предварительной стадии активации. Осаждающаяся на активированной поверхности ди-электрика металлическая медь выполняет дальнейшую роль катализатора процесса химического осаждения меди. Толщина слоя химической меди составляет 0,3-1,0 мкм. Для укрепления рыхлого слоя химической меди проводят её гальваническую затяжку медью толщиной до 5-7 мкм, а после проявления токопроводящего рисунка на внешних слоях МПП – гальваническое наращивание меди до 25-30 мкм.

Качество химического медного покрытия во многом определяет качество всего металлического слоя и, в конечном счете, надежность печатных плат, в связи с чем требования к нему всё ужесточаются. В свою очередь качество химического медного покрытия во многом определяется качеством подготовки фольгированного диэлектрика к его нанесению.

Поскольку химическое восстановление реализуется только на катализаторе, очень важно обеспечить достаточное его количество на диэлектрической подложке и хорошее сцепление с ней. В большинстве случаев производители МПП используют для активации поверхности диэлектрика коллоидные палладиевые активаторы.

Настоящая работа посвящена исследованию зависимости функциональных характеристик коллоидного палладиевого активатора от состава и условий его приготовления, а также разработке активатора с улучшенными эксплуатационными характеристиками, в т.ч. стабильностью, а также скоростью наращивания диэлектрика сплошным медным слоем.

К наиболее значимым результатам диссертации, имеющим научную новизну, можно отнести:

1. Впервые установлен характер зависимости гидродинамического диаметра (ГДД) мицелл коллоидного активатора от состава, скорости и порядка смешивания компонентов раствора. Показано, что достичь оптимальных значений размеров мицелл палладиевого активатора и его максимальной стабильности возможно только при двухстадийном смешивании компонентов активатора, причем наиболее стабильные коллоидные системы формируются при отношениях содержания $\text{Sn}^{2+}:\text{Pd}^{2+}$, равном 10:1, на первой стадии смешивания и 50:1 – в готовом концентрате.

2. Впервые установлено, что функциональные характеристики коллоидного

палладиевого активатора зависят от размеров мицелл коллоидного активатора:

– скорость полной затяжки активированной поверхности отверстий ПП в процессе химического меднения возрастает с уменьшением преимущественного ГДД мицелл активатора;

– зависимость стабильности раствора коллоидного активатора от ГДД имеет экстремальный характер, максимальная стабильность раствора соответствует ГДД 105 ± 5 нм.

3. Впервые экспериментально установлен факт перезарядки поверхности диэлектрика в отверстиях ПП (с -17 до $+44$ мВ в FR-4 и с -30 до $+35$ мВ в полиимиде) в процессе кондиционирования в растворах, содержащих гидрофильные катионные азотсодержащие полимеры К1 и К2.

В качестве замечаний следует отметить, что:

1. В п. 3 научной новизны утверждается, что поверхность отверстий в FR-4 перезарядается в процессе кондиционирования с -17 до $+44$ мВ. Вряд ли поверхность эпоксидной смолы в отверстиях до кондиционирования может иметь заряд -17 мВ.

Возможно, речь идет о поверхности стекловолокна в отверстиях ПП?

2. Не обоснован выбор восстановителя и его концентрации в растворе восстановителя.

В целом автором проведена большая исследовательская работа по разработке композиций для подготовки поверхности печатных плат к металлизации. На основании изложенного считаю, что работа Савицкой Сирануш Артуровны на тему «Разработка технологических процессов подготовки поверхности к химическому меднению в производстве печатных плат» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД., а ее автор, Савицкая Сирануш Артуровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.17 Материаловедение и 2.6.9 Технология электро-химических процессов и защита от коррозии.

Директор по развитию

АО «Завод полупроводниковых приборов»

Шугаев Шамиль Наилевич

6 июня 2025 г.

424003, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Суворова, 26, s.shu@

l.ru