

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бардиной Ольги Игоревны
«Модификация медной поверхности с целью увеличения адгезии
внутренних слоев и функциональных покрытий 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

Диссертационное исследование Бардиной Ольги Игоревны посвящено разработке методов модификации медной поверхности для формирования внутренних слоев и функциональных покрытий при изготовлении печатных плат. Известно, что в производстве печатных плат (ПП) одной из ключевых задач является обеспечение прочности сцепления поверхности меди с различными неметаллическими материалами, используемыми в технологическом процессе: препрегом на этапе прессования внутренних слоев многослойных печатных плат; фоторезистом при формировании токопроводящего рисунка внутренних и внешних слоев ПП; паяльной маской при ее нанесении на внешние слои ПП. Одним из путей увеличения прочности сцепления меди с указанными материалами является процесс формирования на ее поверхности адгезионного слоя. В настоящее время российские предприятия для решения этой задачи используют импортные материалы и составы на их основе. Поэтому разработка отечественных технологий модификации поверхности меди с целью увеличения прочности сцепления внутренних слоев и функциональных покрытий ПП, удовлетворяющих современным мировым требованиям, является актуальной научно-технической задачей, решению которой посвящена диссертационная работа Бардиной Ольги Игоревны.

Приведенные в автореферате диссертации сведения свидетельствуют, что в работе был проведен большой объем исследований с использованием современного оборудования физико-химического анализа. Автором разработана технология формирования металлоорганического адгезионного шероховатого слоя, позволяющая обеспечить прочность сцепления внутренних слоев многослойных печатных плат (МПП). Показано, что толщина формирующегося шероховатого адгезионного слоя составляет 2,5 мкм, поверхностного металлоорганического слоя - 250 Å, прочность сцепления медной поверхности с препрегом FR4 составляет 0,8 Н/мм. Бардиной О.И. установлено, что добавление хлорид-ионов в количестве 5-500 мг/л в раствор травления меди, содержащий серную кислоту и пероксид водорода, снижает скорость травления меди в 10-15 раз, а добавление в указанный раствор бензотриазола существенно снижает ингибирующее влияние хлорид-ионов, что может быть использовано для регулирования шероховатости адгезионного слоя с целью обеспечения максимальной прочности сцепления с диэлектриком при минимальной скорости и глубине травления меди. Показано, что в процессе обработки медной поверхности в растворе, содержащем серную кислоту, пероксид водорода, бензотриазол и хлорид-ионы, наряду с развитием микрорельефа медной поверхности, на ней формируется металлоорганический слой толщиной 200-300 Å. Полученные Бардиной О.И. результаты рекомендованы для использования в производстве многослойных печатных плат.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением комплекса современных методов исследования, воспроизводимостью экспериментальных данных и согласованностью с современными научными

представлениями. Выводы научно обоснованы и полностью соответствуют полученным результатам.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологий модификации поверхности меди перед прессованием внутренних слоев МПП, нанесением фоторезиста и паяльной маски.

Автореферат диссертации Бардиной Ольги Игоревны аккуратно оформлен, его содержание грамотно изложено и полностью отражает основные результаты работы.

В качестве замечания следует отметить, что:

1. Применение органических азотсодержащих оснований в условиях кислой среды должно приводить к образованию соответствующих аммонийных солей, химические свойства которых существенно отличаются от свойств свободных азотистых оснований. Этот факт должен быть учтен в интерпретации полученных в диссертации результатов.

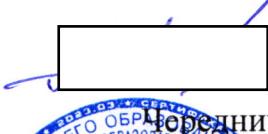
2. Защита диссертации по двум специальностям требует внесения в автореферат соответствия полученных результатов паспортам этих специальностей и обоснованного анализа необходимости привлечения второй специальности в дополнение к первой.

3. На с. 19 автореферата фраза: «При использовании в составе раствора микротравления органической кислоты введения в состав раствора окислителя не требуется» не соответствует действительности, т.к. роль окислителя в этом случае выполняет кислород воздуха, барботируемого через раствор в процессе травления.

Сделанные замечания не снижают ценность полученных результатов.

Считаю, что диссертационная работа Бардиной Ольги Игоревны на тему «Модификация медной поверхности с целью увеличения адгезии внутренних слоев и функциональных покрытий печатных плат» отвечает 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. Автор диссертации, Бардина Ольга Игоревна, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.17 – Материаловедение и 2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

д.х.н., заведующий кафедрой
физической и колloidной химии
ФГАОУ ВО РУДН им. П. Лумумбы



Чередниченко Александр Генрихович

05 декабря 2025 г.

Подпись д.х.н. Чередниченко А.Г. заверяю
Ученый секретарь РУДН , д.и.н., профессор



К.П. Курылев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы». Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. Телефон: +7-(495)-955-09-14 (раб.), 8 [redacted] (моб.); e-mail: cherednichenko-ag@rudn.ru