

УДК 621.3.049.75:621.793.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ИММЕРСИОННОГО ПОКРЫТИЯ МЕДИ ОЛОВОМ

Дарья Михайловна Горбачева

Студент 2 курса

кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: Ю.С. Боброва,

ассистент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

Финишные покрытия печатных плат нужны для защиты поверхности от коррозии, сохранении паяемости в течение длительного времени, получения плоской и ровной поверхности и т.д.

Существует множество методов нанесения покрытий [1]. Среди них наибольшее распространение получили лужение, химическое и гальваническое осаждение.

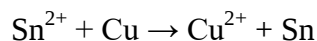
Горячее лужение – HASL (Hot Air Solder Leveling) до недавних пор преобладало в производстве. В данном методе ПП погружается на ограниченное время в ванну с расплавленным припоем, затем быстро вынимается; излишки припоя при этом сдуваются т.н. «воздушными ножами» – струями горячего воздуха. Одновременно происходит выравнивание покрытия. Площадки, различно ориентированные на плате по отношению к воздушным ножам, будут иметь разную толщину покрытия: перпендикулярные ножам – более тонкое, а параллельные – более толстое. Это является одним из основных минусов, т.к. при данном методе нельзя производить контактные площадки с малым шагом. Однако, плата после данного типа покрытия имеет высокую прочность паяного соединения и выдерживает множество циклов пайки.

Гальваническое оловянно-свинцовое покрытие несколько лет назад имело очень широкое распространение. Олово и свинец в пропорциях, близких к эвтектическому сплаву, наносились гальваническим методом через маску до травления меди, поэтому электрический контакт обеспечивался медной фольгой. Данное покрытие выполняло роль металлического резиста при травлении, а затем оплавлялось. Основными недостатками данного метода были отсутствие достаточной плоскостности, а также нанесения паяльной маски в местах проводников не на медную поверхность, а на поверхность, покрытую припоем, который, расплавляясь при пайке оплавлением, а часто и при ручной пайке вблизи контактных площадок, приводил к отслаиванию маски.

Иммерсионное покрытие оловом обеспечивает высокую плоскостность поверхности, способность к многократной перепайке, стабильность процесса. Минусами же является образование «усов» (длинные (до 150 мкм) тонкие кристаллические нити разнообразной формы, растущие в различных направлениях из материала покрытия), дендриты, образование интерметаллидов, «оловянная чума» (из-за перестройки атомов в кристаллическом олове образуется серое олово) [2]. В данной статье ведется исследование именно покрытия иммерсионным оловом.

Химические основы процесса

Осаждение олова происходит путем контактного обмена. Покрытия получаются плотными, светлыми, отличаются хорошей плотностью сцепления с основой, равномерностью распределения металла по покрываемой поверхности. Данный способ осаждения происходит за счет ионного обмена. Процесс осуществляется путем погружения изделий в такой раствор соли олова, в котором потенциал покрываемого металла имеет более отрицательное значение по сравнению с потенциалом олова.



Но стандартные электродные потенциалы переходов Cu/Cu^+ , Cu/Cu^{2+} положительнее стандартного потенциала оловянного электрода. Поэтому в обычных условиях ионы двухвалентного олова не могут являться окислителем по отношению к металлической меди. Чтобы изменить данную ситуацию рекомендуется использовать серосодержащие компоненты, например: тиомочевину, тиазолы, тиазины, тиопроизводные алкилгликолей, тиоцианаты и др. При их использовании происходит сдвиг потенциала меди. Наибольшее распространение получили растворы, содержащие тиомочевину [3].

Однако, раствор тиомочевины имеет показатель pH в пределах 7,0-7,6, что способствует для гидролиза солей и выпадению их в осадок. Для предотвращения данного процесса необходимо подкислить среду до pH в пределах 0,6-1,0. Обязательным компонентом в рассматриваемом методе лужения является кислота. В растворах контактного осаждения возможно использование серной, соляной, сульфаминовой кислот [3].

Так же на качество покрытия влияют такие факторы как время обработки меди в растворе иммерсионного олова, концентрации веществ в растворе, качество очистки поверхности, изменение качеств начального раствора под действием времени.

Экспериментальная часть

Эксперимент №1. Данный эксперимент заключается в нанесении иммерсионного покрытия олова на медь при разном времени обработки заготовки в растворе и с разной степенью очистки заготовки.

Для раствора используются следующие концентрации (далее базовый раствор): олова двухлористое – 5 г/л, теомочевина – 35 г/л и H_2SO_4 – 30 г/л. Составление раствора проходило поэтапно. Отдельно составлялся раствор теомочевины, отдельно раствор олова. Олово двухлористое полностью растворяется в воде, прозрачная белая жидкость. Теомочевина же полностью не растворяется, выпадает светло-желтый осадок, раствор белый непрозрачный. После растворы смешиваются, и добавляется кислота. При добавлении кислоты в растворе образуется 2 слоя: белый мутный слой и прозрачный. Прозрачный слой нагревается. После перемешивания раствор становится однородным, белым и мутным.

Образцы не шлифовались. В результате у всех образцов получилась матовая поверхность. На всех образцах были нанесены царапины. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость покрытия от времени обработки и чистоты поверхности

Наименование образца	Время обработки раствором	Удаление окисей + теплая промывка	Холодная промывка	Описание
5B	30с	-	+	Высокая степень шероховатости. Видна фактура заготовки. Цвет не плотный, виден рыжий Царапина не глубокая, видна медь
6B	30с	+	-	Высокая степень шероховатости. Видна фактура заготовки. Рыжий цвет немного проступает. Царапина не глубокая, видна медь
1B	5мин	-	+	Шероховатость немного понизилась. Видна фактура заготовки.

				Рыжий цвет не виден. Царапина глубже, видна медь
2В	5мин	+	-	Шероховатость немного понизилась. Видна фактура заготовки. Рыжий цвет не виден. Царапина глубокая, видна медь.
3В	10мин	-	+	Шероховатость немного понизилась. Видна фактура заготовки. Рыжий цвет не виден. Царапина глубокая, медь не видна.
4В	10мин	+	-	Шероховатость немного понизилась. Видна фактура заготовки. Рыжий цвет не виден. Царапина глубокая, медь не видна.

Из эксперимента следует, что большое влияние на толщину слоя и его характеристики имеют время обработки заготовки в растворе и степень ее очистки. При большем времени обработки слой покрытия толще и однороднее.



Рис. 1. Образцы 6В, 5В, 4В

Эксперимент №2. Исследование зависимости свойств покрытия от концентрации кислоты и времени обработки заготовки.

Данный эксперимент заключается в изменении концентрации H_2SO_4 в пределах 30-70 г/л. Концентрации остальных компонентов взяты как в базовом растворе. Также варьировалось время обработки заготовок в растворах.

Часть образцов шлифовалась. Все образцы были очищены от окисей и промыты в теплой воде. На все образцы были нанесены царапины. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость качества покрытия от концентрации H_2SO_4 и времени обработки

Наименование образца	Шлифование	Концентрация, г/л	Время	Описание
7В	-	30	10мин	Матовая поверхность. Цвет бело-серебристый. Немного видна фактура заготовки Царапина глубокая, меди не видно.
8В	-	50	10мин	Матовая поверхность. Цвет бело-серебристый.

				Фактура видна хуже. Царапина глубокая, меди не видно
9B	-	70	10мин	Матовая поверхность. Цвет бело-серебристый. Фактуры не видно. Царапина глубокая, меди не видно
10B	+	30	5мин	Глянцевая поверхность. Видны следы шлифовки. Цвет бело-серебристый. Царапина глубокая, меди не видно
11B	+	50	5мин	Глянцевая поверхность. Видны следы шлифовки. Фактура менее заметна. Цвет бело-серебристый. Царапина глубокая, меди не видно
12B	+	70	5мин	Немного матовая поверхность. Видны следы шлифовки. Цвет бело-серебристый. Царапина глубокая, меди не видно
13B	+	30	30с	Глянцевая поверхность. Видны следы шлифовки. Цвет бело-серебристый. Царапина не глубокая, медь видно
14B	+	50	30с	Глянцевая поверхность. Видны следы шлифовки. Цвет неравномерный, виден рыжий. Царапина не глубокая, видна медь.
15B	+	70	30с	Глянцевая поверхность. Видны следы шлифовки. Фактура менее заметна. Цвет неравномерный, виден рыжий. Царапина не глубокая, видна медь.

Из эксперимента следует, что блеск/матовость поверхности зависит от шероховатости изначальной заготовки. Так же концентрация 50-70 г/л для кислоты избыточна в растворе.



Рис. 2. Образцы 9В, 7В, 10В

Эксперимент №3. Исследование изменения качества раствора под действием времени.

В данном эксперименте проверялось различие характеристик покрытия после обработки образца в отстоявшемся растворе и свежем после 10 минут обработки и после 1,5 часа. Раствор отстаивался 4 дня. За это время приобрел желтый цвет, раствор прозрачный. Оба раствора базовые по концентрации.

Образцы не шлифовались. Все образцы получились матовыми. На всех получены царапины.

Таблица 3. Зависимость покрытия от времени обработки и свежести раствора

Наименование образца	Раствор	Время	Описание
16В	Старый	10мин	Цвет бело-серебряный. Белый налет. Видна фактура. Царапина глубокая, меди не видно
17В	Новый	10мин	Цвет бело-серебряный. Белого налета нет. Видна фактура. Более равномерное покрытие, чем у старого раствора. Царапина глубокая, меди не видно.
18В	Старый	1,5 часа	Цвет бело-серебряный. Белый налет. Видна фактура. Царапина глубокая, меди не видно
19В	Новый	1,5 часа	Цвет бело-серебряный. Белого налета нет. Видна фактура. Более равномерное покрытие, чем у старого раствора. Царапина глубокая, меди не видно.

Из эксперимента следует, что нет существенной разницы между покрытиями, которые обрабатывались 10 минут и 1,5 часа. Это происходит за счет того, что реакция заканчивается после того, как олово покрывает всю поверхность меди тонкой пленкой. Утолщение пленки не следует.

Покрытия, полученные старым раствором, имеют белый налет и менее равномерное покрытие.



Рис. 3. Образцы 17В, 19В. 500х увеличение

Заключение и рекомендации

В результате анализа экспериментов были установлены оптимальные условия для получения качественного покрытия (необходимая толщина покрытия, однородность, шероховатость и т.д.). Для этого нужен свежий раствор с концентрациями олова двухлористое – 5 г/л, теомочевина – 35 г/л и H_2SO_4 – 30 г/л (в статье упоминается как базовый) и время обработки 10-15 минут.

Литература

1. Шкундина С. Финишные покрытия под поверхностный монтаж современной элементной базы. // Печатный монтаж. Электрон. журн. 2011. №2. Режим доступа: http://www.circuitry.ru/files/article_pdf/2/article_2878_514.pdf (дата обращения 16.03.2016)
2. Медведев А., Шкундина С. Иммерсионное олово. Прошлое и будущее. // Технологии в электронной промышленности. 2010. №3.
3. Корнев Р., Велиева Ю. Химическое осаждение олова. // Технологии в электронной промышленности. 2008. №6.