

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ В СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЯХ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Устойчивая работа электронных устройств обеспечивается получением в отверстиях ПП равномерных медных покрытий с хорошими физико-механическими свойствами. Для улучшения равномерности распределения меди используют реверсирование тока и специальные добавки [1]. Однако включение добавок в покрытие может приводить к ухудшению механических свойств, способствуя формированию хрупких осадков с высокими внутренними напряжениями.

Электроосаждение проводили при помощи потенциостата IPC – Pro MF из растворов следующих составов:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 60 г/л;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 220 г/л (электролит 1);  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 60 г/л;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 220 г/л;  $\text{NaCl}$  - 120 мг/л;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,5 г/л; Cupracid TP Leveller - 20 мл/л; Cupracid Brightener – 2 мл/л (электролит 2). Условия электроосаждения приведены в табл.1. Статические испытания на растяжение образцов с покрытиями проводили с помощью разрывной машины AGS-X в соответствии с [2, 3]. В табл.2 приведены результаты испытаний, а также отношение толщины слоя в середине отверстия диаметра 0,2 мм к средней наружной, выраженное в процентах (относительная толщина).

Таблица 1. Режимы электроосаждения

№ эксперимента	Режим электроосаждения	Частота, Гц	Электролит
1	Постоянный ток	-	1
2	Реверс тока	50	1
3	Реверс тока	100	1
4	Постоянный ток	-	2
5	Реверс тока	50	2
6	Реверс тока	100	2

Таблица 2. Относительная толщина и механические свойства медных покрытий

Номер эксперимента	Относительное удлинение $\delta$ , %	Предел прочности на разрыв $\sigma_B$ , МПа	Относительная толщина, %
1	3,6	269	13
2	7,3	176	86
3	5,8	182	84
4	2,6	283	108
5	7,8	210	95
6	6,5	224	87

При постоянном токе из электролитов 1 и 2 получены покрытия с неудовлетворительными физико-механическими свойствами, не выдержавшие испытания на растяжение: относительное удлинение  $\delta$  составляет менее 4 % (табл. 2). При этом величина предела прочности  $\sigma_b$  достигает ~270-280 МПа. Таким образом, введение в раствор добавок при постоянном токе способствует повышению относительной толщины в отверстиях от 13% до ~100%, но не улучшает пластические характеристики покрытий. В условиях реверса тока в электролите 1 в отверстиях формируются достаточно равномерные медные покрытия: относительная толщина составляет ~85%. В этом случае  $\delta$  увеличивается до 6-7%, а  $\sigma_b$  составляет наименьшее значение ~180МПа. Реверсирование тока в отсутствие добавок позволяет улучшить равномерность и пластичность покрытий, но сопровождается значительной шероховатостью, заметной на микрофотографиях с увеличением в 2000 раз. Совместное применение комплекса добавок и реверсирования тока позволяет получить равномерные, гладкие и пластичные покрытия внутри сквозных отверстий, относительная толщина которых составляет около 100 %. Наибольшее значение величины относительного удлинения  $\delta$  ~8% достигается при использовании реверсного режима с частотой 50 Гц. Дальнейшее увеличение частоты реверса до 100 Гц не улучшает характеристики пластичности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang Z.X., Wang S., Yang Z., Wang Z.L. Influence of additives and pulse parameters on uniformity of through-hole copper plating // Transactions of the Institute of Metal Finishing. - 2010. - 88. - №5. - P. 272-276.
2. ГОСТ 9.317 – 2010. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗК). Покрытия металлические. Методы измерения пластичности. – Введ. 01.01.2012.
3. ОСТ 107.460092.004.01-86. Платы печатные. Типовые технологические процессы. Часть первая. – Введ.01.01.1988.