

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ БЕССВИНЦОВЫХ ПОКРЫТИЙ СПЛАВОМ ОЛОВО-МЕДЬ ПОД ПАЙКУ

Гульпа Д. Ю., Кузьмар И. И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Хмыль А.А. – д.т.н., профессор

Переход с 2006 г. на бессвинцовые технологии в производстве РЭА является сложной научной и технической проблемой, так как происходит изменение температурной нагрузки при сборке и требует не только смены покрытий, припоев, но и флюсов, базовых материалов, обновление технологического оборудования. Поэтому разработка и исследование новых методов получения материалов, являющихся полноценной заменой оловянно-свинцовым припоям и покрытиям является актуальным и своевременным.

Производство современной РЭА сопровождается большим объемом монтажно-сборочных работ, выполненных пайкой, которые во многом определяют ее надежность, долговечность и стоимость. В настоящее время наиболее распространенными материалами для этих целей являются сплавы на основе свинца и олова. Однако глубокое исследование ученых разных стран показали, что оловянно-свинцовые припои и покрытия являются особо вредными и экологически опасными для человека, их утилизация требует больших финансовых затрат. В соответствии с международными директивами RoHS в ЕС с 2006 г. запрещено применение ряда опасных материалов, в том числе свинца в производстве РЭА. Применение чистого олова в качестве электрохимического покрытия под пайку оказалось нецелесообразным из-за его склонности к аллотропическим превращениям и склонности к образованию «усов» [1].

Для получения покрытия Sn-Cu был использован электролит следующего состава, г/л: H₂SO₄ – 196; SnSO₄ – 43; CS(NH₂)₂ – 15,2; CuSO₄·5H₂O – 10; неонал – 8; ЦКН-32 – 2. Температура электролита 18-22 °С. Электроосаждение проводили на высокочастотном источнике питания гальванической ванны импульсно-реверсным током, предназначенном для формирования в гальванической ванне импульсов тока положительной и отрицательной полярности, параметры которых задаются при помощи органов управления, расположенных на панели управления прибора. Максимальный ток нагрузки источника питания составляет 5 А, частота импульсов может задаваться от 0,1 до 1000 Гц. При исследованиях частота импульсного тока изменялась от 0,1 до 100 Гц, амплитудная плотность тока – от 1,5 до 50 А/дм², длительность импульса и паузы – от 2 до 7000 мс. Для ультразвукового стимулирования использовали экспериментальную ультразвуковую установку, включающую генератор УЗГ53-22 с пьезокерамическим излучателем, работающим на частоте 36,7-38 кГц, мощность акустическая 15 Вт, потребляемая мощность 40 Вт, интенсивность 0,058-1,7 Вт/см². Исследование свойств гальванических покрытий проводили согласно ГОСТ 9.308.

Результаты по влиянию параметров постоянного тока на закономерности осаждения сплава олово-медь представлены в таблице 1. При увеличении плотности тока содержание Cu уменьшается, а скорость осаждения увеличивается. С добавлением ультразвуковых колебаний содержание Cu и выход по току увеличиваются.

Таблица 1 – Влияние параметров постоянного тока на закономерности осаждения сплава олово-медь

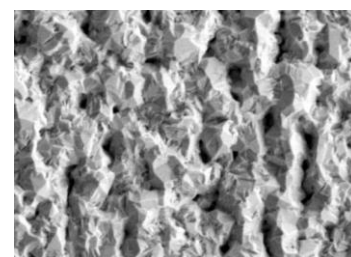
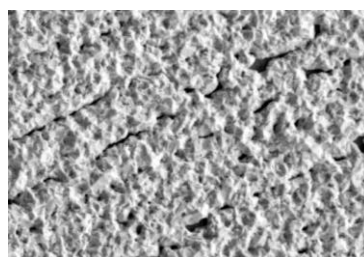
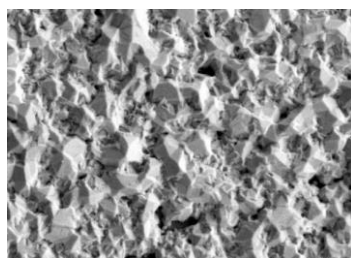
Режим	Состав, мас. %		ВТ, %	Скорость осаждения, мкм/мин
	Sn	Cu		
ПТ, $i = 0,5 \text{ А/дм}^2$	88,21	11,79	86,89	0,20
ПТ, $i = 1,0 \text{ А/дм}^2$	95,33	4,67	92,83	0,45
ПТ, $i = 2,0 \text{ А/дм}^2$	98,22	1,78	84,45	0,84
ПТ, $i = 1 \text{ А/дм}^2$, с УЗК $I = 0,12 \text{ Вт/см}^2$	95,77	4,21	95,75	0,46
ПТ, $i = 1 \text{ А/дм}^2$, с УЗК $I = 0,31 \text{ Вт/см}^2$	95,22	4,78	100,00	0,49
ПТ, $i = 1 \text{ А/дм}^2$, с УЗК $I = 0,75 \text{ Вт/см}^2$	92,51	7,49	100,00	0,48
ПТ, $i = 1 \text{ А/дм}^2$, с УЗК $I = 0,95 \text{ Вт/см}^2$	81,74	18,26	100,00	0,47

Результаты по влиянию параметров импульсного и реверсного токов на закономерности формирования сплава олово-медь представлены в таблице 2. Для реверсированного тока, при изменении длительности импульса и паузы, а также при увеличении частоты, скорость осаждения увеличивается. Для импульсного тока, при уменьшении скважности, выход тока увеличивается.

Таблица 2 – Влияние параметров импульсного и реверсного токов на закономерности формирования сплава олово-медь

Режим	Состав, мас. %		Длительность, мс		Скважность	Частота, Гц	ВТ, %	Скорость осаждения, мкм/мин
	Sn	Cu	Импульса	Паузы				
ИТ, $i = 1 \text{ A/дм}^2$	84	16	30	70	3,33	10	8,36	0,42
ИТ, $i = 1,1 \text{ A/дм}^2$	88,89	11,11	1	0,1	1,1	909,09	4,88	0,42
РТ, $i = 1 \text{ A/дм}^2$	86,42	13,58	1	0,1	1,22	909,09	7,91	0,38
РТ, $i = 1 \text{ A/дм}^2$	76,68	23,32	10	1	1,22	90,91	3,06	0,32
РТ, $i = 1 \text{ A/дм}^2$	89,12	10,88	100	10	1,22	9,09	7,01	0,38
РТ, $i = 1 \text{ A/дм}^2$	87,1	12,9	1000	100	1,22	0,91	4,99	0,47

На рисунке 1 представлена структура покрытий сплавами олово-медь, полученных при электроосаждении на постоянно, импульсном и реверсивном токах.



а

б

в

Рисунок 1 - Структура покрытий сплавами олово-медь, полученных при электроосаждении на постоянном (а), импульсном (б) и реверсивном (в) токе

Результаты по влиянию параметров импульсного тока функциональные свойства сплава олово-медь приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние параметров импульсного тока на функциональные свойства сплава олово-медь

Параметры тока				Свойства покрытий		
Частота	Скважность	Длительность, мс		К, %	R, МОм	Ток саморастворения i_c , г/ч×м ²
		Импульса	Паузы			
РТ $i=1 \text{ A/дм}^2$						
0,1	3,33	3000	7000	98,44	2,05	0,00072
1		300	700	94,39	2,36	0,00428
10		30	70	94,78	1,79	0,00032
100		3	7	98,44	2,03	0,00413
1000		0,3	0,7	75,28	2,21	0,00167
		0,3	0,7	71,73	5,87	0,30585
10	1,25	80	20	75,01	3,17	0,02743
	3,33	30	70	98,44	2,03	0,00413
	5,00	20	80	83,12	2,76	0,01253

Результаты исследований позволили установить закономерности влияния условий электролиза на соотношение металлов в сплавах, их микроструктуру и разработать технологические режимы формирования покрытий с управляемыми свойствами, определяемыми их практическим применением.

Список использованных источников:

- Кузьмар, И.И. Особенности формирования паяемых и стабильных при хранении покрытий сплавами на основе олова / И.И. Кузьмар, Л.К. Кушнер, А.А. Хмыль, В.К. Василец, А.М. Гиро, Д.Ю. Гульпа // *Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения.* – 2018. – т. 18. – № 2. – С. 501-504.