

Д. А. ЗЕРНИЦА¹, В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ²

¹УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²УО БГУ (г. Минск, Беларусь)

МИКРОСТРУКТУРА ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПЛАСТИН МЕДИ ПРИПОЕМ В ВИДЕ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШЕЙ ФОЛЬГИ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА SN-6 МАС. % ZN

Пайка металлических материалов является высокопроизводительным технологическим процессом соединения деталей между собой. Ограничение на применение свинецсодержащих сплавов был введен согласно директиве Совета Европы по экологической безопасности RoHS [1], в связи с чем в электронной промышленности возникла серьезная техническая проблема перехода на бессвинцовую пайку [2]. Во избежание полной смены техпроцесса пайки актуальным является создание сплавов, имеющих температуру плавления, близкую к точке плавления эвтектического сплава Sn–Pb. Одними из перспективных кандидатов для бессвинцовой пайки являются сплавы системы Sn–Zn, т. к. они имеют наиболее близкий к эвтектике Sn–Pb диапазон температур плавления.

В связи с тем, что сверхбыстрая закалка позволяет повысить прочность сплавов, можно рассчитывать получить этим методом прочные сплавы, имеющие однородную и дисперсную структуру, с узким интервалом плавления, что актуально для уменьшения отрицательного температурного воздействия на элементы микросхем в процессе пайки. Дисперсность и равномерность распределения фаз особенно важно при производстве порошков паяльных паст с мелким и ультрамелким зерном, обеспечивающим общую миниатюризацию изделий в микронных диапазонах интегральных схем. К преимуществам метода также стоит отнести его низкую энергоемкость, простоту техпроцесса и возможность получения материалов в виде тонких фольг без дополнительной механической обработки. В этом случае быстрозатвердевшие фольги можно размещать между паяемыми изделиями, полностью заполняя весь слой в области пайки, а затем производить нагрев зоны. В таком случае обеспечивается растекание припоя во все труднодоступные участки и зазоры без излишнего перегрева элементов микросхем, что существенно экономит энергетические затраты и повышает качество паяного шва.

К сожалению, исследования паяных соединений, в которых припой получался методом сверхбыстрой кристаллизации из расплава, в литературе не встречается. Тем не менее, анализ паяных соединений, полученных пайкой быстрозатвердевшими припоями олово-цинк на различных подложках, с определением структуры слоёв и фаз, является весьма важным, что определяет актуальность нашей работы.

Исследуемые материалы фольг изготавливались методом сверхбыстрой кристаллизации, что описывалось в работе [3]. Далее образцы вырезались и помещались между двумя подложками, с последующей пайкой. Микроструктура быстрозатвердевших фольг и распределение компонентов в месте паяных слоёв исследовались с помощью растрового электронного микроскопа LEO 1455 VP (Carl

Zeiss, Германия). Для качественного определения состава использовался метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС).

На рисунке 1 приведена фотография паяного слоя системы: медь – Sn-6 мас. % Zn – медь и распределение компонентов фаз. Тёмная правая область изображения соответствует подложке из меди, а левый участок – припою. Вблизи подложки наблюдается концентрационный скачок цинка, что свидетельствует о формировании на границе раздела слоя интерметаллида Cu_5Zn_8 толщиной менее 5 мкм, что ранее наблюдалось в ряде работ [4; 5].

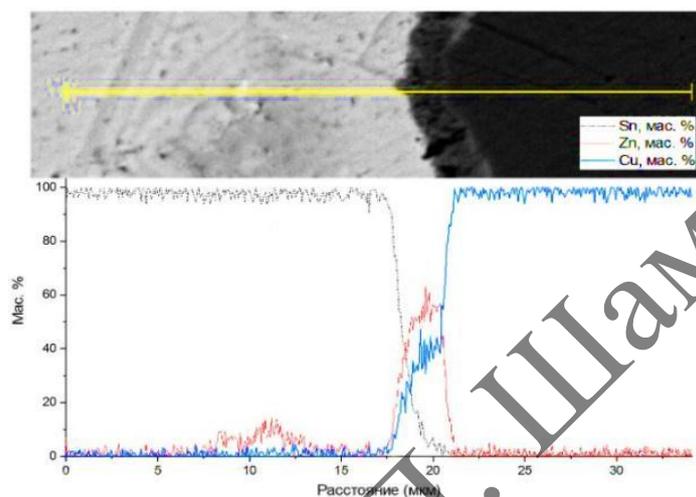


Рисунок 1. – Структура поперечного слоя системы Cu – Sn-6 мас. % Zn – Cu вблизи подложки и распределение элементов фаз вдоль линии сканирования

На картах ЭДС (рисунок 2) для спая Cu – Sn-6 мас. % Zn – Cu отмечается равномерное распределение компонентов припоя между медной подложкой. Стоит отметить повышенную концентрацию цинка на границах раздела паяного соединения, что наблюдалось на изображениях выше.

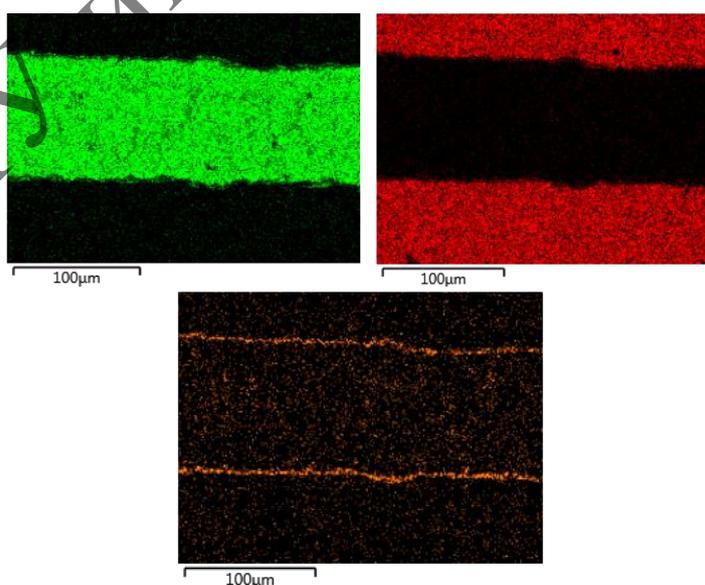


Рисунок 2. – ЭДС карты структур поперечного сечения спая системы Cu – Sn-6 мас. % Zn – Cu: а) Sn ($L_{\alpha 1}$); б) Cu ($K_{\alpha 1}$); в) Zn ($K_{\alpha 1}$)

В результате можно установить, что паяное соединение пластин из меди, полученное с использованием быстрозатвердевшего припоя сплава Sn-6 мас. % Zn, имеет дисперсную структуру. В переходной зоне между припоем и подложкой образуется повышенная концентрация цинка и формируется интерметаллидная фаза Cu_5Zn_8 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Директива Европейского Парламента об отходах электронного и электрического оборудования (WEEE), Положение о применении некоторых опасных веществ в радиоэлектронном и электрооборудовании (RoHS) // Радиокomпоненты. 2006. – № 3 (9). – С. 33–36.

2. Пивненко, В. Актуальность перехода к сплавам, используемым в бес-свинцовых процессах / В. Пивненко // Радиокomпоненты. – 2006. – № 3 (9). – С. 8–35.

3. Зерница, Д. А. Исследование структуры и свойств бессвинцовых быстрозатвердевших сплавов на основе цинка при термической обработке / Д. А. Зерница, В. Г. Шепелевич // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов : межвуз. сб. науч. тр. – Минск, 2021. – Вып. 13. – С. 672–681.

4. Morphological Evolution of the Reaction Product at the Sn 9 wt. % Zn/Thin-Film Cu Interface / Chih-Ming Chen [et al.] // Journal of Electronic Materials. – 2008. – Vol. 37 (10). – P. 1605–1610.

5. Jeong-Won Yoon. Interfacial Reaction and Mechanical Characterization of Eutectic Sn-Zn/ENIG Solder Joints during Reflow and Aging / Jeong-Won Yoon, Hyun-Suk Chun, Seung-Boo Jung // Materials Transactions. – 2005. – Vol. 46 (11). – P. 2386–2393.