

Charakterystyka spoin lutowniczych w montażu komponentów elektronicznych dużej mocy uzyskanych z wykorzystaniem nowych stopów bezołowiowych

Maciej Sobolewski^{1,2}, Agnieszka Bigos¹, Anna Korniewa-Surmacz¹, Marta Janusz-Skuza¹, Zenon Adamek², Anna Wierzbicka-Miernik¹

¹ Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
im. A. Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk, Reymonta 25, 30-059 Kraków

² Fideltronik S.A., Nad Drwiną 10., 30-741 Kraków

Na mocy przepisów Unii Europejskiej od 01.06.2006 roku w znaczący sposób ograniczono stosowanie substancji szkodliwych m.in. ołowiu, w różnych sektorach gospodarczych. Ograniczenie to dotknęło przemysł elektroniczny, w którym w procesach lutowania powszechnie stosowany był stop cyny i ołowiu. W związku z powyższym do produkcji wdrożono szereg nowych bezołowiowych stopów lutowniczych, przede wszystkim na bazie cyny, srebra i miedzi (SAC). Stopy te charakteryzują się wyższą temperaturą topnienia, od wcześniej stosowanego spoiwa na bazie ołowiu, a same spoiny posiadają gorsze parametry mechaniczne i niezawodnościowe.

Zastosowanie stopów lutowniczych z grupy SAC wiąże się też z trudnościami jednoznacznej oceny jakości uzyskanych połączeń. Mimo znajomości niekorzystnych zjawisk, takich jak grube warstwy międzymetaliczne, mikropęknięcia, niejednorodność mikrostruktury, czy pustki (ang. *voids*), w praktyce produkcyjnej nie udało się zaimplementować jednoznacznych nieniszczących metod ich oceny. W przypadku lutowania komponentów mocy istotne staje się również odprowadzenie ciepła za pośrednictwem spoiny od pracującego pod obciążeniem komponentu.

Wybór stopów do badań poprzedzony był pełną analizą rynku dostępnych materiałów lutowniczych oraz bezpośrednimi rozmowami z wiodącymi producentami past lutowniczych do montażu elektronicznych elementów powierzchniowych (SMD). Wybrane stopy/pasty: REL22, REL61 i SB6NX58 należą do grupy lutowi SAC o zmodyfikowanym składzie chemicznym. Następną grupą, to niskotopliwe stopy z dużą zawartością bizmutu: LMPA-Q oraz HRL-1, charakteryzujące się podwyższoną niezawodnością. W przeprowadzonych badaniach jako materiały referencyjne, przyjęto stopy SAC305 oraz 62Sn/36Pb/2Ag.

W celu wstępnej oceny jakości wytworzonych połączeń wykonano, w oparciu o zaprojektowany makromodel komponentu montowanego powierzchniowo (SMD), pomiary przewodności cieplnej uzyskanych spoin. Ponadto, oceniono rozkład pustek, zbadano mikrostrukturę oraz wykonano analizy składu chemicznego faz obecnych w spoinach za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). W kolejnym etapie badań wykonano w warunkach przemysłowych serię obwodów elektronicznych zawierających komponenty SMD, w których zastosowano różne pasty lutownicze oraz rodzaj warstwy zabezpieczającej obwód drukowany (ang. *finishing layer*, PCB). Uzyskane obwody podzielono na 3 grupy. Pierwszą grupę potraktowano jako próbki referencyjne, nie poddane żadnej dodatkowej obróbce termicznej po procesie lutowania. W celu zbadania wpływu temperatury na zmiany mikrostrukturalne zachodzące w spoinach w trakcie eksploatacji sprzętu elektronicznego, kolejne grupy próbek poddano odpowiednio: starzeniu w temperaturze 150°C dla modyfikowanych stopów SAC i 100°C dla stopów o wysokiej zawartości bizmutu, przez 550 godzin oraz długotrwałym, cyklicznym zmianom temperatur (1000 cykli, w zakresie temperatur -20 .. +80 °C). Tak wytworzone próbki scharakteryzowano pod względem zmian mikrostrukturalnych oraz składu chemicznego osnowy i faz międzymetalicznych. Wytypowane na tej podstawie lutowia zaimplementowano w praktyce produkcyjnej Fideltronik S.A.

Badania realizowane są w ramach projektu "Doktorat Wdrożeniowy" nr DWD/3/29/2019 finansowanego przez Ministerstwo Edukacji i Nauki