PRACE INSTYTUTU ODLEWNICTWA

Tom LII Rok 2012 Zeszyt 3

DOI: 10.7356/iod.2012.13

WPŁYW RODZAJU POKRYCIA ORAZ STOSOWANEGO TOPNIKA NA LUTOWNOŚĆ PŁYTEK PCB STOPEM SAC305

EFFECT OF SURFACE COATING AND FLUX TYPE ON THE SOLDERABILITY OF PCB BY LEAD-FREE SAC305 ALLOY

Aleksandra Siewiorek, Artur Kudyba, Marta Homa, Natalia Sobczak

Instytut Odlewnictwa, Centrum Badań Wysokotemperaturowych
ul. Zakopiańska 73, 30-418 Kraków

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu rodzaju pokrycia oraz topnika na lutowność płytek PCB bezołowiowym stopem o osnowie cyny SAC305 (SnAg3,0Cu0,5) poprzez pomiar siły F_r i czasu zwilżania t_0 metodą meniskograficzną oraz wyznaczanie wielkości kąta zwilżania θ. Badania wykonano w temperaturze 260°C na płytkach z trzema rodzajami pokrycia (HASL LF – bezołowiowe, ENIG – złote, OSP – organiczne), stosując 2 gatunki topnika (EF2202 i RF800). Najkrótszy czas zwilżania t_0 = 0,6 s dla topnika EF2202 i t_0 = 0,98 s dla topnika RF800 zanotowano w przypadku płytek z pokryciem OSP. Dla płytek z pokryciem ENIG czas zwilżania t_0 = 1,36 s (topnik EF2202) i t_0 = 1,55 s (topnik RF800) był najdłuższy. Obliczona wielkość kąta zwilżania θ wyniosła: dla płytek PCB z pokryciem HASL LF – θ = 45°, z pokryciem ENIG – θ = 58°, a z pokryciem OSP – θ = 63°.

Słowa kluczowe: metoda meniskograficzna, lutowność, kąt zwilżania, PCB, topnik, stop bezołowiowy, SAC305

Abstract

This paper presents the results of tests on the effect of the surface coating and flux type on the solderability of PCB by lead-free tin-based SAC305 (SnAg3.0Cu0.5) alloy determining the size of the contact angle by a wetting balance method. The study was performed at a temperature of 260°C on PCB with three types of coatings (HASL LF – lead-free, ENIG – gold, OSP – organic coating), using two types of flux (EF2202 and RF800). The shortest wetting time t_0 = 0.6 s for the EF2202 flux and t_0 = 0.98 s for the RF800 flux was obtained for plates with the OSP coating. For ENIG-coated PCB, the wetting time t_0 = 1.36 s (EF2202 flux) and t_0 = 1.55 s (RF800 flux) was the longest. The calculated angle θ was as follows: for PCB with HASL LF – θ = 45°, with ENIG – θ = 58°, and for the OSP coating – θ = 63°.

Key words: wetting balance method, solderability, contact angle, PCB, flux, Pb-free solder, SAC305 alloy

Wprowadzenie

Rosnąca nieprzerwanie ilość odpadów elektronicznych skłoniła Parlament Europejski oraz Radę Europy do ogłoszenia dwóch dyrektyw zakazujących krajom członkowskim UE stosowania ołowiu i kadmu: 1) Dyrektywa *RoHS* (*Restriction of the use of certain Hazardous Substances*) 2002/95/EC z dnia 27 stycznia 2003 r. na temat zakazu użycia niebezpiecznych substancji w wyposażeniu elektrycznym i elektronicznym zobowiązuje państwa członkowskie Unii Europejskiej do zapewnienia, iż nowe wyposażenie elektryczne i elektroniczne wprowadzane na rynek po 1 lipca 2006 roku nie będzie zawierać ołowiu, rtęci, kadmu ani innych wymienionych w Dyrektywie toksyn (artykuł 4 Dyrektywy); 2) Dyrektywa *WEEE* (*Waste Electrical and Electronic Equipment*) 2002/96/EC na temat ograniczenia zagrożeń związanych z produkcją sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz zagospodarowaniem wspomnianego powyżej sprzętu wycofanego z eksploatacji, razem z dyrektywą RoHS 2002/95/EC zaczęła obowiązywać w lutym 2003 roku [1]. Podobne regulacje prawne obowiązują w Japonii i USA.

Jako alternatywę dla lutowi ołowiowych do zastosowania na skalę przemysłową zaproponowano stopy bezołowiowe, w tym SAC305 (Sn-96,5; Ag-3,0; Cu-0,5% wag.), które w porównaniu z lutowiami SnPb charakteryzują się wyższą temperaturą topienia oraz większym napięciem powierzchniowym.

Jak wykazała praktyka, nowe lutowia typu SAC w porównaniu do stosowanych dotychczas lutowi Sn-Pb stwarzają jednak problemy z wdrożeniem tych stopów na skalę przemysłową z uwagi na ich niezadowalającą lutowność (*solderability*), niewystarczającą zwilżalność i niską niezawodność (*reliability*), a więc właściwości, które można udoskonalić poprzez precyzyjne opracowanie parametrów procesu lutowania wynikających z uwarunkowań termodynamicznych danego układu (kinetyka, reaktywność itp.) [3–6].

Poprawę lutowności można również uzyskać poprzez odpowiedni dobór topników [7, 8]. Topniki powinny zapewniać nie tylko efektywną ochronę powierzchni lutowanego materiału i lutowia przed utlenianiem w trakcie nagrzewania i lutowania, ale również skutecznie usuwać pierwotne powłoki tlenkowe zawsze obecne na powierzchni lutowia, jak i pokrycia, przy czym skład chemiczny topników stanowi najbardziej strzeżoną informację firm elektronicznych.

Celem pracy było określenie wpływu rodzaju pokrycia oraz stosowanego topnika na lutowność płytek PCB stopem SAC305. Za pomocą metody meniskograficznej [9, 10] wyznaczono siłę i czas zwilżania, a także obliczono kąty zwilżania dla płytek PCB z trzema różnymi pokryciami przy zastosowaniu dwóch różnych topników.

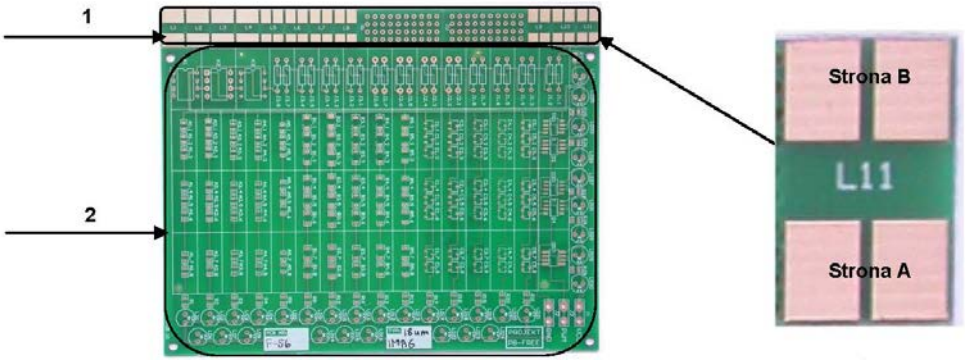
1. Materiały i metodyka badawcza

1.1. Materiały do badań

Do badań lutowności stosowano następujące materiały:

1. Elementy wycięte z laminatów PCB wykonanych z płyt szklano-epoksydowych firmy ELTAR z trzema rodzajami pokryć (tab. 1), których pozostałą część wykorzystano w badaniach technologicznych. Wygląd płytki PCB wraz z miejscem, z którego wycinano próbki do badań lutowności przedstawiono na rysunku 1a. Dla uzyskania

większej ilości wyników każdy wycięty element PCB badano 2-krotnie, każdorazowo zanurzając w stopie najpierw stronę A próbki, a następnie stronę B (rys. 1b).



a) b)

Rys. 1. Wygląd przykładowej płytki PCB z pokryciem: a) miejsca, z którego wycinano próbki do badań: lutowności (1), technologicznych (2), b) widok pojedynczej próbki poddawanej badaniom lutowności wraz z oznaczeniem zanurzanych stron A i B

Fig. 1. Example of the appearance of PCB with coating: a) places from which the samples for solderability tests (1) and technological tests (2) were cut out, b) view of a single sample tested for the solderability with designation of the immersed sides A and B

Tabela 1. Oznaczenia płytek PCB stosowanych w badaniach lutowności

Tabela 1. Symbols of the PCB used in solderability tests

Oznaczenie	Grubość pokrycia / Rodzaj pokrycia
F48	18 µm / HASL LF (bezołowiowe)
F38	18 µm / ENIG (złote)
F63	18 µm / OSP (organiczne)

2. Stop SAC305 (oznaczenie F77, skrót FT – M1PP80531, firmy *AlphaMetals*) o składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 2.

Tabela 2. Skład chemiczny stopu SAC305

Tabela 2. Chemical composition of SAC305 alloy

Pierwiastek	Sn	Ag	Cu	Pb
Średnia % zawartość	95,50	3,10	0,80	0,04

3. Dwa rodzaje topników:
   - topnik EF2202
   - topnik RF800.

1.2. Metodyka i aparatura badawcza

Procedurę badawczą pomiaru lutowności (pomiar wypadkowej dwóch sił: napięcia powierzchniowego i siły wyporu oraz czasu zwilżania) dla wytypowanych układów płytka PCB z pokryciem/SAC305 prowadzono metodą *wetting balance test*, umożliwiającą również wyznaczenie kąta zwilżania [9].

Jest to metoda uznawana za jedną z podstawowych w międzynarodowych standardach badań lutowności stopów dla elektroniki (IPC-STD-002/3). Badania według tej metody polegają na określaniu zwilżalności przez pomiar siły wyporu (jej pionowej składowej) i napięcia powierzchniowego w momencie, kiedy testowana próbka jest zanurzana w kąpieli stopu lutowniczego. Siła zwilżania jest konwertowana przez przetwornik na sygnał analogowy. Sygnał może zostać przesłany bezpośrednio na rejestrator X/T lub może zostać przetworzony na sygnał cyfrowy i poddany analizie komputerowej. Sygnał cyfrowy jest używany do wygenerowania wykresu siły od czasu, a następnie analizy w celu znalezienia odpowiednich sił i czasów im odpowiadających [9,10].

Obrazem zależności siły zwilżania w funkcji czasu w metodzie *wetting balance test* jest tzw. krzywa zwilżania (*the wetting balance curve*).

Charakter krzywych zwilżalności jest zależny od szeregu parametrów, w tym: rodzaju i składu lutowia, temperatury badań, zdefektowania podłoża wynikającego z jego przygotowania, przy czym samą istotę zjawiska zwilżania można opisać kilkoma kryteriami jakościowymi, jak np. kąt zwilżania θ, mierzona maksymalna wartość siły zwilżania F_{max} oraz czas zwilżania t_0 – czas mierzony od momentu zetknięcia się próbki z powierzchnią lutowia do momentu, gdy kąt zwilżania pomiędzy lutowiem i powierzchnią metaliczną próbki równy jest 90°. Jest to czas, po upływie którego następuje przejście z układu niezwilżalnego na układ zwilżalny. W przypadku wzrostu wartości siły zwilżania i skrócenia czasu zwilżania mamy do czynienia z poprawą zwilżalności.

Badania prowadzono według tych samych procedur oraz w tych samych warunkach, w jakich przebiega w przemyśle technologiczny proces lutowania na fali, tj. na powietrzu, w temperaturze 260°C i w czasie zanurzania t_c = 3 sekundy.

Badania lutowności wykonano na stanowisku MENISCO ST88 firmy *Metronelec*, w skład, którego wchodzi (rys. 2):

1) głowica pomiarowa zawierająca standardowy przetwornik liniowy do pomiaru siły F_r, która stanowi wypadkową dwóch sił: siły wyporu F_a i siły zwilżania F_w, których zależność opisana jest równaniem:

$$F_r = F_w - F_a \tag{1}$$

gdzie:

F_r – siła rejestrowana przez urządzenie (działająca na podłoże), mN,

F_w – siła zwilżania, mN,

F_a – siła wyporu, mN.

2) sterowany numerycznie stolik roboczy ze zbiornikiem lutowia,

3) rejestrator i komputer.

Rys. 2. Zestaw pomiarowy Menisco ST88 firmy Metronelec do badania lutowności metodą meniskograficzną

Fig. 2. MENISCO ST88 apparatus made by Metronelec Company for the wetting balance test

Kąt zwilżania po 3 sekundach zanurzenia w lucie obliczany był z zależności (2):

$$cos\theta = \frac{F_r + \rho v g}{\gamma_{LV} l} \tag{2}$$

gdzie:

ρ – gęstość stopu (lutowia) w danej temperaturze, g/mm^3,

v – objętość zanurzonej w lucie próbki, mm^3,

g – przyśpieszenie ziemskie, 9,81 m/s^2,

γ_{LV} – napięcie międzyfazowe na granicy topnik-lutowie, mN/mm,

l – głębokość zanurzenia podłoża, mm.

Zastosowana technika pozwala na pomiar lutowności w przedziale temperatury od 235°C do 450°C przy prędkości zanurzenia w zakresie od 15 mm · s^{-1} do 25 mm · s^{-1} i głębokości od 1 mm do 5 mm.

Pomiar lutowności składa się z następujących etapów:

Etap I – przygotowanie próbek do badań – wycięcie elementów;

Etap II – zaprogramowanie zadanych parametrów badawczych (głębokość zanurzania, prędkość zanurzania, czas zanurzania, prędkość wynurzania, dane fizyczne stopu oraz próbek);

Etap III – wykonanie pomiaru;

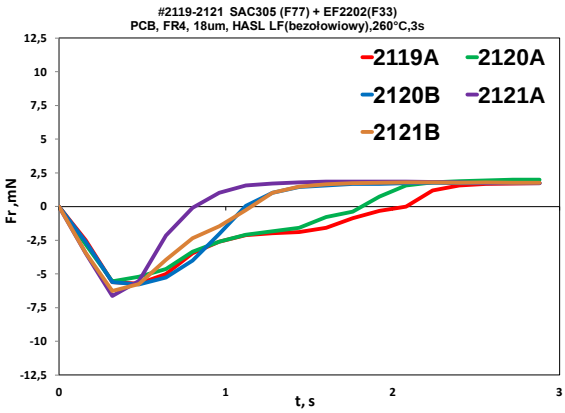
Etap IV – graficzna interpretacja wyniku.

Głębokość zanurzania wynosiła 1 mm, natomiast prędkość zanurzania i wynurzania 20 mm · s^{-1}.

Próbki po badaniach lutowności zostały poddane obserwacjom strukturalnym na mikroskopie świetlnym ZEISS Axio Observer w jasnym polu (BF) oraz w kontraście interferencyjnym (DIC), przy powiększeniach 50–1500x.

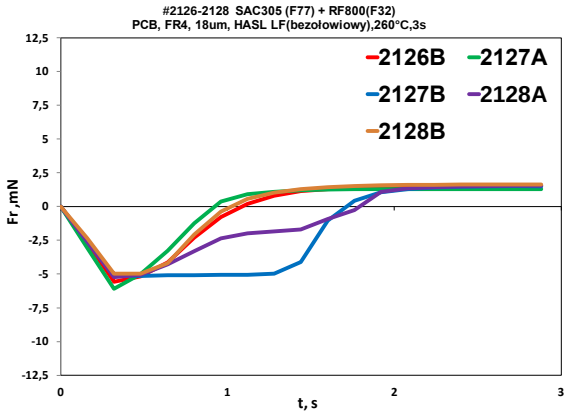
2. Wyniki badań

Wyniki badań – zarejestrowanej siły F_r w funkcji czasu *t* dla poszczególnych eksperymentów przedstawiono na rysunkach 3–8, natomiast zestawienie wyliczonych wartości kątów zwilżania wraz z ich średnimi wartościami zaprezentowano w tabeli 3. Widok przykładowych próbek po badaniach lutowności przedstawiono na rysunku 9.



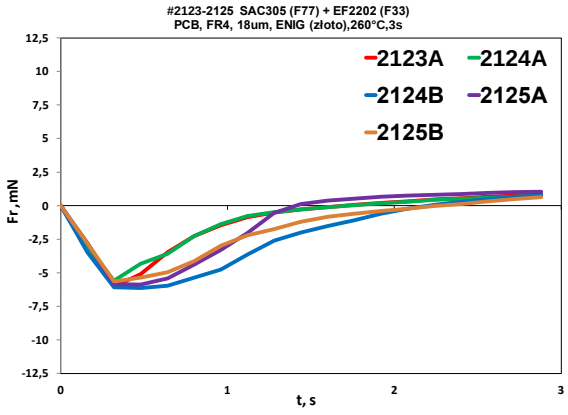
Rys. 3. Wykres zależności zarejestrowanej siły F_r w funkcji czasu w temperaturze 260°C i w czasie zanurzania 3 s dla stopu SAC305 z topnikiem EF2202 i płytki PCB z pokryciem bezołowiowym HASL LF (o oznaczeniu F48)

Fig. 3. Plotted relationship of the recorded force F_r as a function of time at 260°C and during the 3 s immersion for SAC305 alloy with EF2202 flux and PCB with HASL LF lead-free coating (denoted by symbol F48)



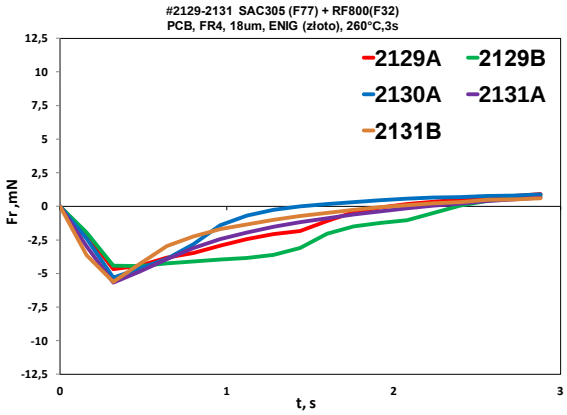
Rys. 4. Wykres zależności zarejestrowanej siły F_r w funkcji czasu w temperaturze 260°C i w czasie zanurzania 3 s dla stopu SAC305 z topnikiem RF800 i płytki PCB z pokryciem bezołowiowym HASL LF (o oznaczeniu F48)

Fig. 4. Plotted relationship of the recorded force F_r as a function of time at 260°C and during the 3 s immersion for SAC305 alloy with RF800 flux and PCB with HASL LF lead-free coating (denoted by symbol F48)



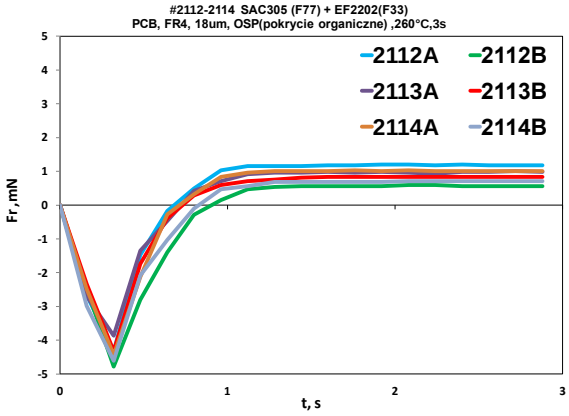
Rys. 5. Wykres zależności zarejestrowanej siły F_r w funkcji czasu w temperaturze 260°C i w czasie zanurzania 3 s dla stopu SAC305 z topnikiem EF2202 i płytki PCB z pokryciem złotym ENIG (o oznaczeniu F63)

Fig. 5. Plotted relationship of the recorded force F_r as a function of time at 260°C and during the 3 s immersion for SAC305 alloy with EF2202 flux and PCB with ENIG gold coating (denoted by symbol F63)



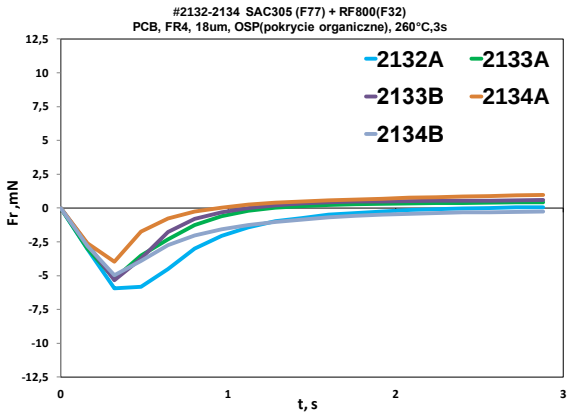
Rys. 6. Wykres zależności zarejestrowanej siły F_r w funkcji czasu w temperaturze 260°C i w czasie zanurzania 3 s dla stopu SAC305 z topnikiem RF800 i płytki PCB z pokryciem złotym ENIG (o oznaczeniu F63)

Fig. 6. Plotted relationship of the recorded force F_r as a function of time at 260°C and during the 3 s immersion for SAC305 alloy with RF800 flux and PCB with ENIG gold coating (denoted by symbol F63)



Rys. 7. Wykres zależności zarejestrowanej siły F_r w funkcji czasu w temperaturze 260°C i w czasie zanurzania 3 s dla stopu SAC305 z topnikiem EF2202 i płytki PCB z pokryciem organicznym OSP (o oznaczeniu F38)

Fig. 7. Plotted relationship of the recorded force F_r as a function of time at 260°C and during the 3 s immersion for SAC305 alloy with EF2202 flux and PCB with OSP organic coating (denoted by symbol F38)



Rys. 8. Wykres zależności zarejestrowanej siły F_r w funkcji czasu w temperaturze 260°C i w czasie zanurzania 3 s dla stopu SAC305 z topnikiem RF800 i płytki PCB z pokryciem organicznym OSP (o oznaczeniu F38)

Fig. 8. Plotted relationship of the recorded force F_r as a function of time at 260°C and during the 3 s immersion for SAC305 alloy with RF800 flux and PCB with OSP organic coating (denoted by symbol F38)

Analizując wykresy przedstawione na rysunkach 3–8 można dokonać interpretacji procesu lutowności dla poszczególnych rodzajów płytek PCB. Przebiegi zmian siły F_r w funkcji czasu wraz z charakterystycznymi punktami (ekstremum) wykazują, iż dla wszystkich badanych rodzajów płytek PCB oraz topników końcowe wartości siły F_r dla danej grupy badanych próbek osiągają wartości na tym samym poziomie po czasie zanurzania 3 sekundy, co oznacza, że otrzymane wyniki są powtarzalne i zostały wykonane w sposób prawidłowy i zgodny z procedurą.

Pewne odchylenia w kształcie przebiegu krzywych zostały zaobserwowane w trakcie badań z zastosowaniem stopu SAC305, topnika EF2202 oraz RF800 na elementach z pokryciem bezołowiowym (rys. 3–4). Odchylenie rozpoczęło się, gdy czas zanurzania wynosił 0,3 s i trwało do 2,7 s, przy czym nastąpiło ono prawdopodobnie na skutek pojawienia się nieciągłości w warstwie pokrywającej płytkę PCB.

Zauważono, że rejestrowana maksymalna wartość siły F_{max} oraz czas zwilżania t_0 zmienia się w zależności od typu pokrycia. Najkrótszy czas zwilżania t_0 obserwowany jest dla płytek PCB z pokryciem organicznym (rys. 7–8), podczas gdy najdłuższy występuje w przypadku płytek PCB z pokryciem złotym (rys. 5–6). Rodzaj zastosowanego topnika nie odgrywa w tym przypadku istotnej roli.

Zestawienie wartości kątów zwilżania osiągniętych po czasie zanurzania 3 sekundy oraz zestawienie parametrów procesów zanurzeniowych dla badanych układów podano w tabelach 3–5.

Tabela 3. Wartości kątów zwilżania po czasie zanurzenia 3 s dla poszczególnych eksperymentów

Table 3. The values of contact angle after the immersion time of 3 seconds for each experiment

		Typ pokrycia na płytce PCB					
		FR4, HASL LF (bezołowiowe)		**FR4, ENIG (złote)**		**FR4, OSP (organiczne)**	
Grubość pokrycia		**18 µm (F46 – F50)**		**18 µm (F36 – F40)**		**18 µm (F61 – F65)**	
Typ topnika		**EF 2202 (F33)**	**RF 800 (F32)**	**EF 2202 (F33)**	**RF 800 (F32)**	**EF 2202 (F33)**	**RF 800 (F32)**
Wartość kąta zwilżania *θ*	test 1	46°	49°	58°	57°	61°	67°
	test 2	42°	52°	59°	59°	56°	63°
	test 3	46°	49°	59°	57°	58°	61°
	test 4	46°	49°	55°	60°	56°	56°
	test 5	45°	47°	60°	61°	59°	70°
Średnia wartość kąta zwilżania *θ*		45°	49°	58°	59°	58°	63°

Tabela 4. Klasyfikacja kąta zwilżania θ [10, 11]

Table 4. The classification of the contact angle θ [10, 11]

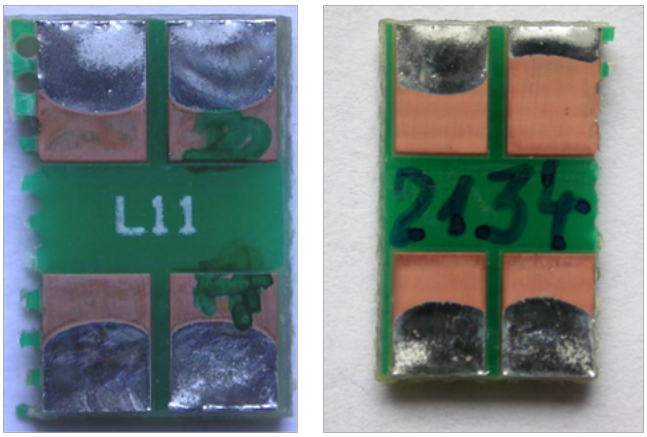
Kąt zwilżania *θ*, °	**Ocena zwilżalności**	**Klasa lutowności**
$0° \le \theta \le 30°$	Bardzo dobra	1
$31° \le \theta \le 40°$	Dobra	2
$41° \le \theta \le 55°$	Dostateczna	3
$56° \le \theta \le 70°$	Słaba	4
$71° \le \theta \le 90°$	Bardzo słaba	-

Tabela 5. Zestawienie przykładowych parametrów procesów zanurzeniowych dla poszczególnych eksperymentów

Table 5. Summary of sample immersion process parameters for different experiments

	Typ pokrycia					
Płytka PCB, topnik	**FR4, HASL LF (bezołowiowe), EF 2202**	**FR4, HASL LF (bezołowiowe), RF 800**	**FR4, ENIG (złote), EF 2202**	**FR4, ENIG (złote), RF 800**	**FR4, OSP (organiczne), EF 2202**	**FR4, OSP (organiczne), RF 800**
t_0, s	2119A - 1,74 2120A - 1,58 2120B - 1,03 2121A - 0,73 2121B - 1,07	2126B - 0,94 2127A - 0,82 2127B - 1,60 2128A - 1,60 2128B - 0,88	2123A - 1,09 2124A - 1,07 2124B - 1,82 2125A - 1,24 2125B - 1,56	2129A - 1,63 2129B - 2,14 2130A - 1,06 2131A - 1,59 2131B - 1,32	2112A - 0,54 2112B - 0,72 2113A - 0,54 2113B - 0,57 2114A - 0,56 2114B - 0,65	2132A - 1,31 2133A - 0,86 2133B - 0,78 2134A - 0,6 2134B - 1,34
Średnia wartość t_0, s	1,23	1,17	1,36	1,55	0,60	0,98
t_c, s	3					
F_a, mN	-0,93					
Mierzona F_{max}, mN	2119A - 1,74 2120B - 1,74 2120A - 1,99 2121A - 1,74 2121B - 1,77	2126B - 1,55 2127A - 1,28 2127B - 1,5 2128A - 1,55 2128B - 1,64	2123A - 0,83 2124A - 0,71 2124B - 0,76 2125A - 1,03 2125B - 0,64	2129A - 0,91 2129B - 0,76 2130A - 0,88 2131A - 0,64 2131B - 0,61	2112A - 1,18 2112B - 0,56 2113A - 0,98 2113B - 0,83 2114A - 1,01 2114B - 0,71	2132A - 0,07 2133A - 0,44 2133B - 0,59 2134A - 0,96 2134B - 0,25
Średnia wartość F_{max}, mN	1,80	1,50	0,79	0,76	0,88	0,46

Na podstawie obserwacji powierzchni rozpływania lutowia na badanym elemencie (rys. 9) stwierdzono korelację pomiędzy wartościami granicznych kątów zwilżania a lutownością danego typu płytki PCB (powierzchnią, jaką zajęło lutowie na płytce).



a) b)

Rys. 9. Widok przykładowych próbek SAC305/PCB po badaniach lutowności (260°C, 3 s, topnik RF800): a) FR4, HASL LF, 18 µm (pokrycie bezołowiowe), b) FR4, 18 µm, OSP (pokrycie organiczne)

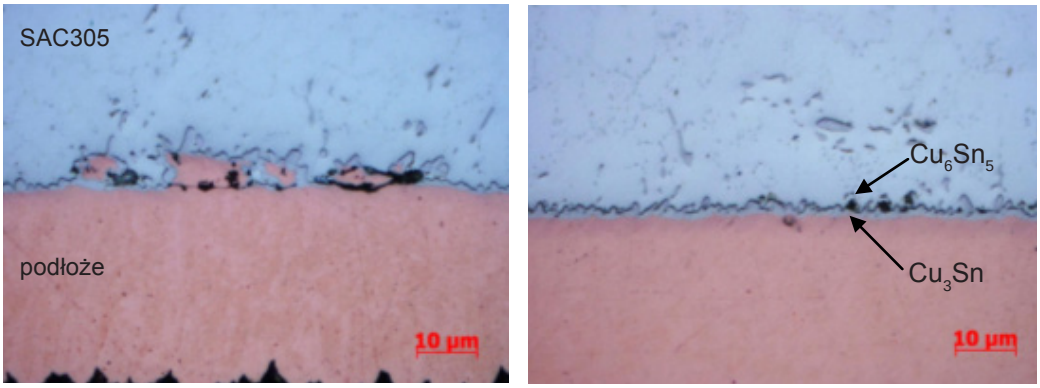
Fig. 9. Side-view of SAC305/PCB samples after the wetting balance tests (260°C, 3 s, RF800 flux): a) HASL LF (lead-free coating); b) OSP (organic coating)

W przypadku płytki typu FR4, HASL LF (pokrycie bezołowiowe o grubości 18 µm) powierzchnia ta wynosiła 4/5 badanego elementu, przy wartości kąta zwilżania 45°.

W przypadku topnika RF800 i płytki typu FR4, OSP (pokrycie organiczne o grubości 18 µm) powierzchnia zajęta przez SAC305 osiągnęła 2/5–3/5 powierzchni badanego elementu. Kąt zwilżania osiągnął w tym przypadku wartość 63°.

Zastosowanie topnika EF2202 pozwalało na otrzymanie niższych wartości kątów zwilżania w danej grupie płytek, przy czym wyjaśnienie mechanizmu wpływu topnika na powierzchnię danej płytki PCB jest na obecnym etapie badań niemożliwe z uwagi na brak dokładnych danych o jego składzie chemicznym, strzeżonym tajemnicą handlową producenta danego topnika.

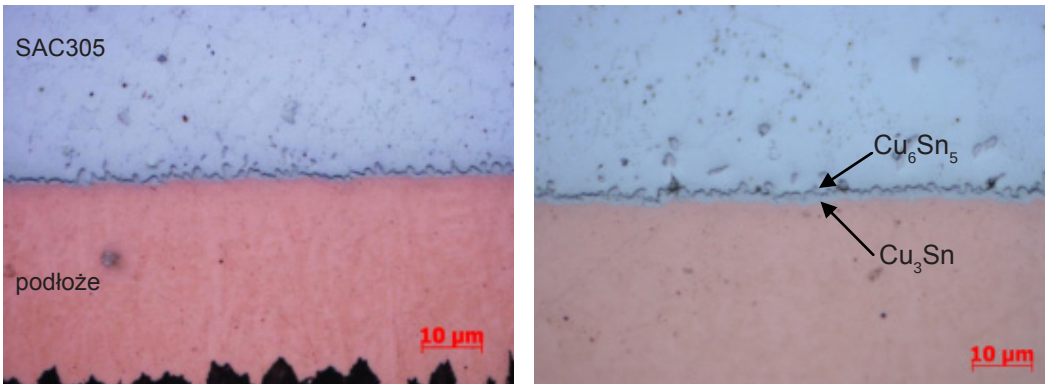
Po badaniach lutowności wytworzone pary materiałów typu SAC305/podłoże-płytka PCB poddano badaniom strukturalnym na mikroskopie świetlnym ZEISS Axio Observer w jasnym polu (BF) oraz w kontraście interferencyjnym (DIC), przy powiększeniach 50–1500x. Zdjęcia mikrostruktury poprzecznych przekrojów próbek SAC305/płytka PCB z pokryciem/topnik EF2202 lub RF800 przedstawiono na rysunkach 10–12.



a) b)

Rys. 10. Mikrostruktura przekroju próbek po badaniach lutowności (260°C; 3 s; topnik EF2202) dla: a) SAC305 na płytce PCB z pokryciem organicznym OSP; b) SAC305 na płytce PCB z pokryciem bezołowiowym HASL LF

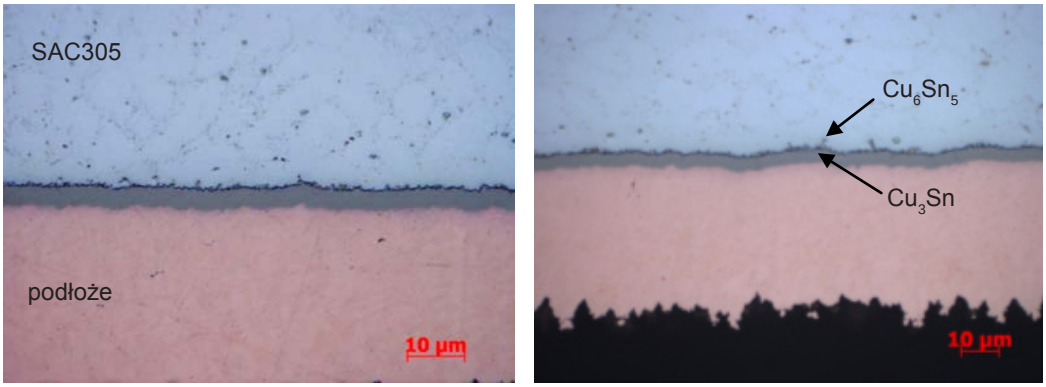
Fig. 10. Microstructure on the sample cross section after the solderability tests (260°C, 3 s; EF2202 flux) for: a) SAC305 on PCB with OSP organic coating; b) SAC305 on PCB with HASL LF lead-free coating



a) b)

Rys. 11. Mikrostruktura przekroju próbek po badaniach lutowności (260°C; 3 s; topnik RF800) dla: a) SAC305 na płytce PCB z pokryciem organiczym OSP; b) SAC305 na płytce PCB z pokryciem bezołowiowym HASL LF

Fig. 11. Microstructure on the sample cross section after the solderability tests (260°C, 3 s; RF800 flux) for: a) SAC305 on PCB with OSP organic coating; b) SAC305 on PCB with HASL LF lead-free coating



a) b)

Rys. 12. Mikrostruktura przekroju próbek po badaniach lutowności (260°C; 3 s; topnik RF800 i EF2202) dla: a) SAC305 na płytce PCB z pokryciem złotym ENIG (RF800) i b) SAC305 na płytce PCB z pokryciem złotym ENIG (RF2202)

Fig. 12. Microstructure on the sample cross section after the solderability tests (260°C, 3 s; FR800 flux and EF2202 flux) for: a) SAC305 on PCB with ENIG (RF800) gold coating and b) SAC305 on PCB with ENIG (RF2202) gold coating

Na podstawie obserwacji mikroskopowych stwierdzono, że strefa produktów reakcji jest najgrubsza w przypadku próbek z pokryciem złotym ENIG, przy czym dalszy etap badań obejmować będzie wyjaśnienie wpływu stanu pokrycia płytek PCB (wady, nieciągłości w pokryciu – rys. 10a) oraz innych defektów na ich lutowność.

3. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można wysunąć następujące wnioski:

1. Analiza zmiany siły zwilżania w funkcji czasu wykazuje, iż dla wszystkich badanych typów płytek PCB oraz topników końcowe wartości siły zwilżania F_{max} dla danej grupy badanych próbek są takie same.
2. Maksymalna graniczna wartość siły F_{max} oraz czas zwilżania t_0 zmienia się w zależności od typu pokrycia.
3. Stwierdzono korelację pomiędzy wartościami granicznych kątów zwilżania θ a powierzchnią, jaką zajmował SAC305 na płytce PCB. Najniższe wartości kąta zwilżania dla wszystkich rodzajów pokryć otrzymano po zastosowaniu topnika EF2202, przy czym w przypadku płytek PCB z pokryciem typu HASL LF (bezołowiowym) o grubości 18 µm wartość ta wyniosła 45°. Najwyższe wartości kąta zwilżania otrzymano po zastosowaniu topnika RF800 i płytek z pokryciem typu OSP (pokrycie organiczne) o grubości 18 µm. Wartość kąta zwilżania wyniosła w tym przypadku 63°.
4. Wyjaśnienie mechanizmu wpływu topnika na powierzchnię danego rodzaju płytki PCB jest na obecnym etapie badań niemożliwe z uwagi na brak dokładnych danych o jego składzie.

Podziękowania

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego „Poprawa niezawodności bezołowiowych połączeń lutowanych w pakietach elektronicznych" Nr WND--POIG.01.03.01-00-103/09 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i funduszy strukturalnych Komisji Europejskiej.

Literatura

1. *Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment.* Official Journal of the European Union, 13.02.2003, pp. 19–23.
2. *Handbook of Lead-free Solder Technology for Microelectronic Assemblies*. K.J. Puttlitz, K.A. Stalter, New York-Basel, Marcel Dekker Inc., 2004.
3. http://www.jwes.or.jp.
4. Hwang J.S.: *Environment-friendly electronics: lead-free technology*. Electrochemical Publications Ltd., 2001.
5. Suganuma K.: *Proc. 2000 Int. Symposium on Microelectronics*. 2000, pp. 303–307.
6. Sobczak N., Kudyba A., Nowak R., Radziwill W., Pietrzak K.: *Factors affecting wettability and bond strength of solder joint couples*. Pure and Applied Chemistry, 2007, Vol. 79, No. 10, pp. 1755–1769.
7. Frear D.R., Jones W.B., Kinsman K.R.: *Solder mechanisms – a state of the art assessment*. A TMS Publication, 1991, pp. 1–104.
8. Narayan Prabhu K., Bali R., Ranjan R.: *Effect of substrate surface texture and flux coating on the evolution of microstructure during solidification of lead free Sn-3.5Ag solder alloy*. Materials and Design, 2004, 25, pp. 447–449.
9. http://resources.lipec.info/montaz2/Cwiczenie%202/meniskograf_teoria.pdf.
10. *ST88 Wettability Tester – User's Guide*. Metronelec, France.
11. Klein Wassink R.J.: *Soldering in Electronics*. Electrochemical Publications Ltd., Bristol, England, Second Edition, 1994, ISBN 090115024X.