

Badania proszków ze stopów Pb-Sn do past lutowniczych stosowanych w powierzchniowym montażu sprzętu elektronicznego

1. WPROWADZENIE

Pasta lutownicza ma istotne znaczenie w procesie zautomatyzowanego montażu układów elektronicznych. Należy podkreślić, że nie istnieją w Polsce normy dotyczące wytwarzania past lutowniczych stosowanych w elektronice.

Brak jest norm dotyczących pomiaru ich lepkości, własności reologicznych, sposobów suszenia itp. Dlatego też dla osiągnięcia optymalnych wyników lutowania niezbędna jest ścisła współpraca między producentem i użytkownikiem past. Liczni producenci past lutowniczych określają je przez podanie składu stopu proszku, aktywności i typu topnika, wartości wagowej proszku metalu, wielkości cząstek proszku i lepkości.

Należy zauważyć, że stopy z układu Pb-Sn obejmują największą grupę spoiw stosowanych w pastach lutowniczych miękkich. Szeroko stosuje się stopy o składzie zbliżonym do eutektycznego 60Sn 40Pb, 63Sn 37Pb ($T_m = 452 \text{ K}$) oraz 62Sn 36 Pb2Ag ($T_m = 450 + + 462 \text{ K}$) [1, 8]. Wymagania na materiały i procesy technologiczne narzucają stosowanie różnych metali i stopów do produkcji past lutowniczych. Skład spoiwa dobiera się w oparciu o jego temperaturę topnienia, zwilżalność, wytrzymałość mechaniczną połączenia, a także własności elektryczne i cieplne wymagane dla określonych zastosowań. W artykule niniejszym zajmiemy się przeglądem wymagań i metod badań właściwości proszków spoiwa w świetle danych literaturowych, jak również omówimy badania własnych proszków spoiwa 63Sn 37Pb (tj. LC63) otrzymanego metodą rozpylania azotem oraz proszków z past renomowanych firm zagranicznych Multicore, Alpha Metals i Du Pont.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

Liczni autorzy [1-10] wskazują, że zasadniczymi właściwościami proszku spoiwa mającymi decydujący wpływ na własności eksploatacyjne pasty lutowniczej do montażu powierzchniowego są:

- własności chemiczne proszku ze szczególnym uwzględnieniem warstwy powierzchniowej,
- własności fizyczne proszku takie, jak kształt, wielkości i rozkład wielkości cząstek proszku.

Stwierdzono, że dla spoiw z układu Pb-Sn problem stanowią głównie tlenki zlokalizowane na powierzchni cząstek proszku [1+10]. Zauważono także istnienie określonej korelacji między zawartością węgla lub jego związkami na powierzchni cząstek proszku a własnościami eksploatacyjnymi spoiwa [1, 2].

Zawartość tlenków mniej niż 0,5% jest wymagana po to, ażeby zmniejszyć do minimum tworzenie się kulek spoiwa ("halo") po "ponownym upłynnieniu" ("reflow").

Oznaczenie stopnia zanieczyszczenia tlenkami i węglem jest wykonywane zazwyczaj metodą Auger'a lub spektroskopią elektronową w połączeniu z rozpylaniem jonowym [2], jak również badaniami SEM morfologii cząstek proszku, ze szczególnym uwzględnieniem stanu powierzchni cząstek, w tym również tlenków [1, 2].

W celu zapewnienia prawidłowego procesu technologicznego nanoszenia pasty powinna być bardzo starannie kontrolowana wielkość cząstek proszku spoiwa. Parametr ten jest silnie powiązany z zastosowaną metodą nakładania pasty i powszechnie w literaturze podawany w wyrażeniach wielkości mesh, przez które cząstki proszku będą przechodzić. W przypadku nakładania metodą szablonu w zasadzie istnieje zgodność autorów, że wielkość cząstek proszku spoiwa powinna zawierać się w zakresie -200, +325 mesh (-75, +45 μm).

Natomiast przy metodzie sitodruku występuje zróżnicowanie w zalecanych wielkościach proszku spoiwa (tab. 1). Niestety w zdecydowanej większości publikacji autorzy nie podają metod, którymi określali wartości wielkości cząstek proszku, a jak wiadomo jest to informacja bardzo istotna. W obrębie pożądanej wielkości cząstek jest bardzo ważna kontrola kształtu cząstek proszku spoiwa, gdyż od niego zależy charakter fizyczny płynięcia pasty podczas "ponownego upłynniania". Zmiany w kształcie cząstek mogą znacznie zmieniać reologię pasty. Powszechnie uważa się, że przy metodzie sitodruku cząstki proszku spoiwa muszą mieć kształt kulisty, ponieważ cząstki o kształcie nieregularnym powodują zapychanie sit. Jakkolwiek wielu autorów [1,5-9] zauważa, że cząstki dokładnie kuliste nie powinny być wymagane ani nie muszą być preferowane. Natomiast niepożądanym są cząstki wydłużone w kształcie "kości dla psów" lub wygiętych bananów [1].

Tablica 1. Zalecane wielkości cząstek proszku spoiw dla metody nakładania pasty sitodrukiem

Poz. literatury	Wielkości cząstek proszku [μm]	Metoda badania
[1]	(-200, +325 [mesh]) -75, + 45	SEM
[2]	-55, +15	brak
[3]	maks. 75, śr. ~60	brak
[4]	(-270, +500 [mesh]) -53, +10	brak
[6]	-44, +10	brak
[7]	maks. wielkość cząstek jest zwykle połową wielkości mesh druku	

Wykazano [5], że same cząstki kuliste mogą czasami zakłócać prawidłową drobną linię lutowania. Ostatnio [5, 7] uważa się, że przy stosowaniu sitodruku istotnym parametrem jest proporcja udziału cząstek o kształcie kulistym do cząstek o kształcie nieregularnym w proszku spoiwa, ażeby zatrzymać jak najlepszy profil linii podczas "ponownego płynięcia".

Jednym z kilku przytoczonych czynników, które współdziałają w bardzo niekorzystnej tendencji pasty do tworzenia kulek spoiwa ("halo") jest rozkład wielkości cząstek [1, 3, 4, 7-9]. W pracach tych podkreśla się, że zmniejszenie "halo" jest związane między innymi z eliminacją drobnych cząstek proszku spoiwa. Koniecznym więc staje się sortowanie wg wielkości cząstek proszków spoiwa, co jest osiągnięte przez mechaniczne przesiewanie i/lub frakcjonowanie proszku w strumieniu powietrza [3].

W wyniku tej operacji otrzymuje się kontrolowany rozkład wielkości cząstek oraz zminimalizowanie drobnych cząstek, które mogą później stawać się przyczyną tworzenia się niepożądanych kulek lutu - "halo". Ażeby zapewnić prawidłową i powtarzalną jakość past lutowniczych koniecznym staje się więc, między innymi, bardziej pełne określenie metod badań właściwości fizycznych spoiwa, takich jak kształt, wielkość i rozkład wielkości cząstek [5, 10].

3. ZAKRES I METODYKA BADAŃ

W obecnej pracy przeprowadzono wstępne badania właściwości proszków LC63, otrzymanych metodą rozpylania azotem [11], przeznaczonych do produkcji past lutowniczych.

Tablica 2. Warianty przesiewania proszków spoiwa LC63

Wariant	Naważka proszku [kg]	Czas przesiewania [min]
A	1	60
B	0,5	60
C	0,5	35

Proszki LC63 zostały przesiane przez układ sit 88, 75, 63, 45 i 25 μm przy zastosowaniu wibratora elektromagnetycznego typu WES o częstotliwości 50 Hz, przy czym przesiewanie wykonywano w trzech wariantach, (tabl. 2).

Kształt cząstek proszku oceniano wizualnie poprzez obserwacje próbek, z poszczególnych przedziałów przesiewania prosz-

ków, w elektronowym mikroskopie skaningowym (SEM) typu JXA-50 przy powiększeniach 100x do 1000x, zaś powierzchnie cząstek przy powiększeniu 5000x. Wielkość cząstek (d_{50}) określano przy zastosowaniu Licznika Coultera. Metoda ta umożliwia określenie rzeczywistego rozkładu wielkości cząstek dla danego przedziału wymiarowego cząstek proszku, co w sposób bardziej precyzyjny odzwierciedla właściwości materiału w formie proszkowej. Wyniki analizy składu ziarnowego przedstawiono graficznie poprzez krzywą rozkładu wielkości cząstek, która ilustruje procentową zawartość objętościową w poszczególnych frakcjach. Badania na Liczniku Coultera wykonano w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Elektroniki Próżniowej w Zakładzie Luminoforów. Ponadto z poszczególnych frakcji wykonano w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej metodą Leco oznaczenia zanieczyszczeń proszku tlenem, węglem i siarką. Wykonano również w Zakładzie Analiz ITME analizę chemiczną

na zawartość Pb dla wybranych zakresów wielkości cząstek proszków, aby sprawdzić, czy zapewniony jest skład eutektyczny spoiwa.

W celu porównania wykonano także badania proszków z past Multicore, Alpha Metals, Formon 8956 przeznaczonych do metody sitodruku oraz Formon 8523 zalecanej do metody szablonu.

4. WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

Z obserwacji SEM wynika, że cząstki proszków z past Multicore i Alpha Metals mają w zdecydowanej przewadze kształt kulisty (rys. 1a). Natomiast wielkość cząstek w Multicore jest bardzo jednorodna, zaś w Alpha Metals zauważono niewielkie zróżnicowanie. W proszkach z pasty Formon 8956 kształt cząstek jest zróżnicowany od kulistych do znacznie wydłużonych (rys. 1b), zaś w Formon 8523 w zdecydowanej przewadze o kształcie nieregularnym i nieznacznie zróżnicowane wielkością (rys. 1c). Wyniki te potwierdzają opinie autorów [1, 5, 7], że cząstki dokładnie kuliste nie powinny być wymagane ani nie muszą być preferowane dla past lutowniczych do montażu powierzchniowego.

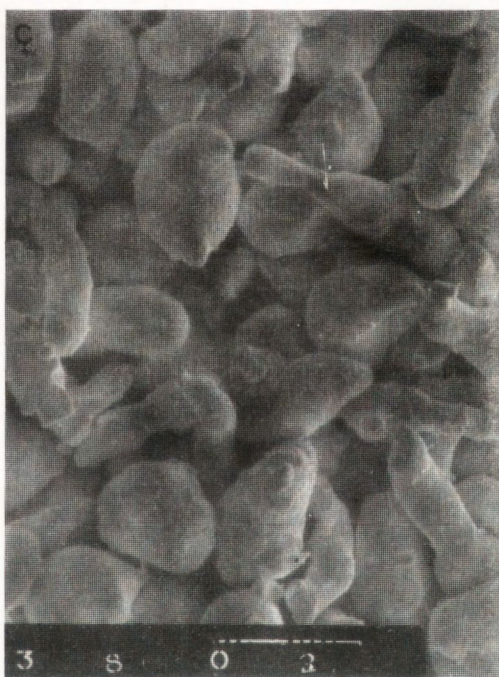
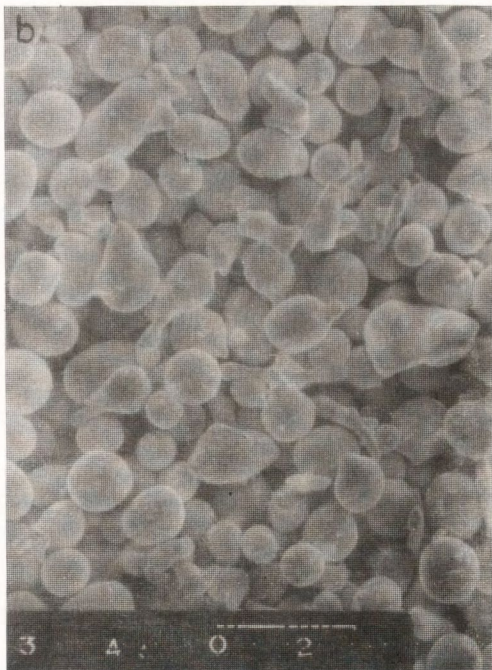
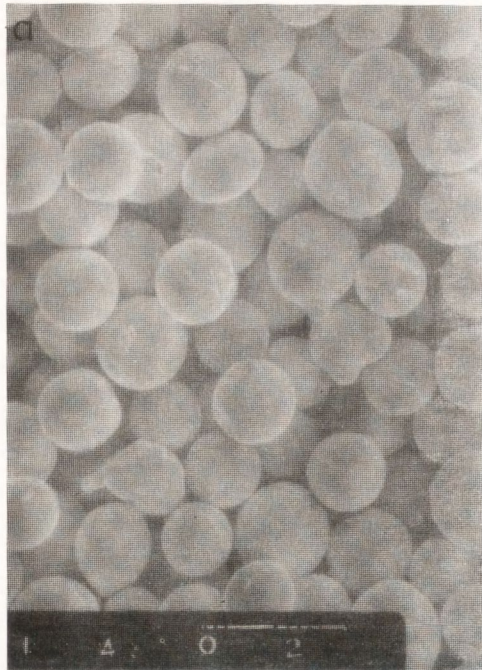
Obserwacje powierzchni cząstek proszków z past przeznaczonych do sitodruku wskazują, że rozkład faz α (roztwór stały Sn w Pb) i β (roztwór stały Pb w Sn) jest jednorodny (rys. 2).

Obserwacje SEM proszków własnych LC63 wskazują, że cząstki w klasach ziarnowych powyżej $+45\ \mu\text{m}$ charakteryzują się kształtem wydłużonym nieregularnym jak i globularnym (rys. 3a). Często spotyka się cząstki o kształcie pałek, czy też "kości dla psów". Wielkość cząstek w poszczególnych frakcjach jest również zróżnicowana. Dość charakterystyczną cechą tego proszku jest występowanie bardzo wielu o różnej wielkości aglomeratów. Można przypuszczać, że aglomeraty te są dość zwarte (rys. 3b). Rozkład faz α i β na powierzchniach cząstek jest w zasadzie jednorodny niezależnie od ich kształtu i klasy ziarnowej (rys. 4a) z wyjątkiem cząstek w aglomeratach (rys. 4b). Natomiast cząstki we frakcjach poniżej $45\ \mu\text{m}$ są bardziej regularne z przewagą kształtu kulistego i globularnego (rys. 3c), która wzrasta wraz ze zmniejszaniem się wielkości cząstek.

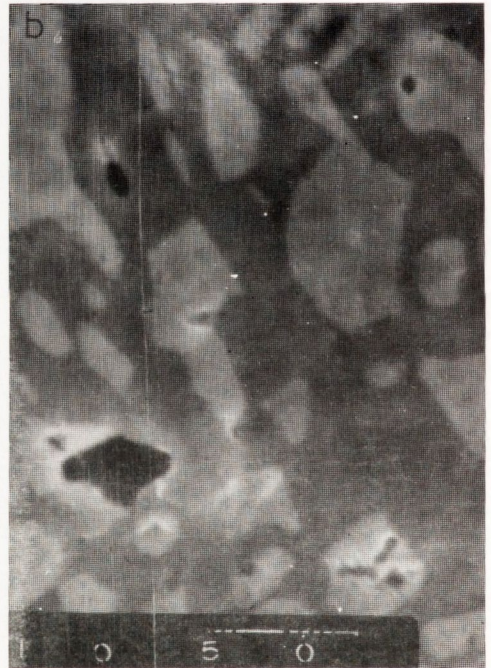
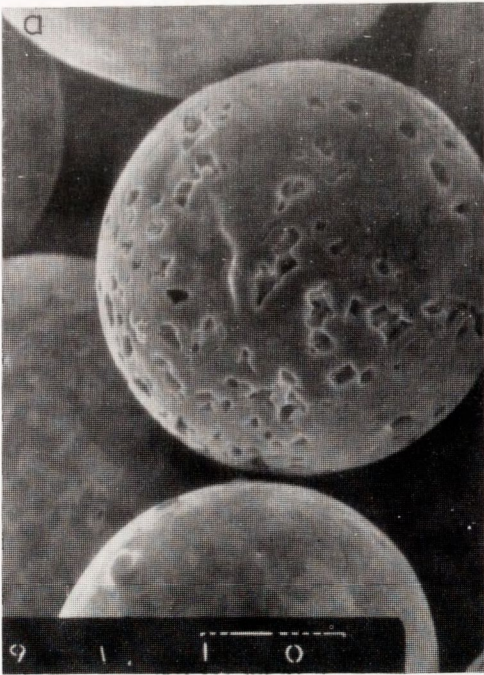
Występuje wiele aglomeratów o różnej wielkości, przy czym aglomeratów o dużych rozmiarach jest niewiele. W zdecydowanej przewadze występują tego typu aglomeraty (rys. 3d), ale niewielkich rozmiarów. Można zauważyć, że cząstki w aglomeratach tej frakcji są mniej zwarte aniżeli w klasie ziarnowej powyżej $45\ \mu\text{m}$ (porównaj rys. 3d i 3b).

Charakterystyczną cechą, dla frakcji poniżej $45\ \mu\text{m}$, jest występowanie bardzo różnorodnego rozkładu faz na powierzchniach cząstek niezależnie od wielkości i kształtu ziaren (rys. 5). Należy nadmienić, że przeprowadzona analiza składu chemicznego wybranych próbek proszku LC63 (o rozkładzie faz α i β jednorodnym i niejednorodnym) wykazuje stosunkowo małe odchyłki od składu eutektycznego, tj. 38,1% Sn.

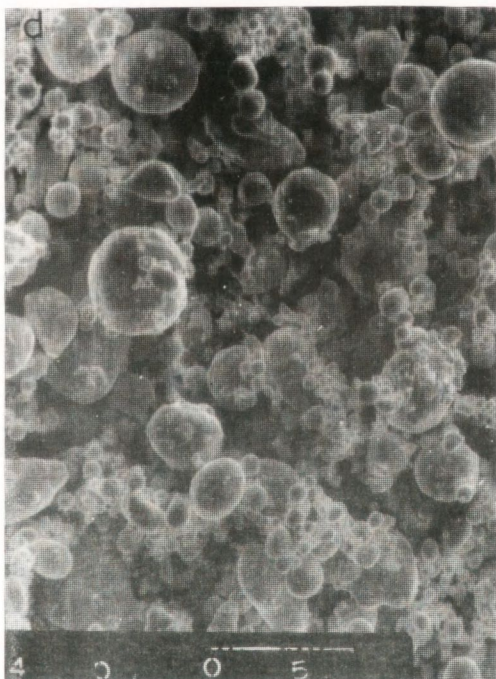
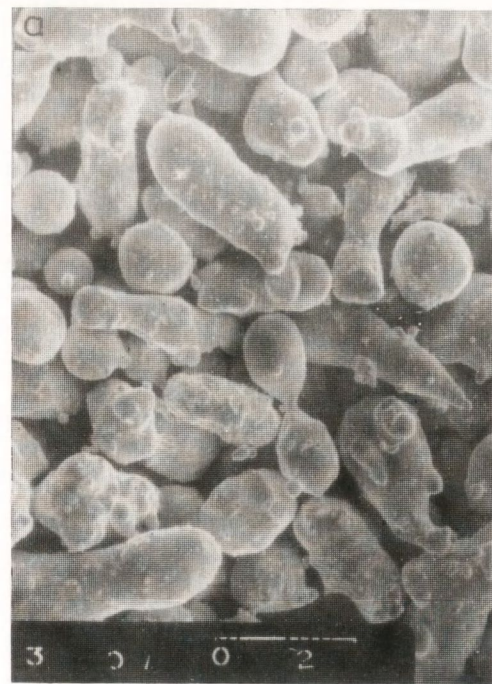
Jak już wcześniej stwierdzono przesiewanie proszku LC63 wykonano wg trzech wariantów A, B, C (tabl. 2). Otrzymane wyniki zilustrowano na rysunkach 6 i 7, podając maksymalne i minimalne wartości z pięciu serii przesiewania. Zdecydowanie najmniejsze rozrzuty w ilościach proszku z poszczególnych zakresów wielkości cząstek uzyskano przy



Rys. 1. Typowy kształt cząstek proszków z past:
a) Multicore XCM27298 i Alpha Metals RMA 390DH3,
b) Formon 8956, c) Formon 8523.
Pow. 200x



Rys. 2. Typowy rozkład faz α i β na powierzchni cząstek proszków z past: Multicore XCM 27298, Alpha Metals RMA390 DH3 i Formon 8956.
 Faza β - ciemna
 a) Pow. 1000x, b) Pow. 5000x

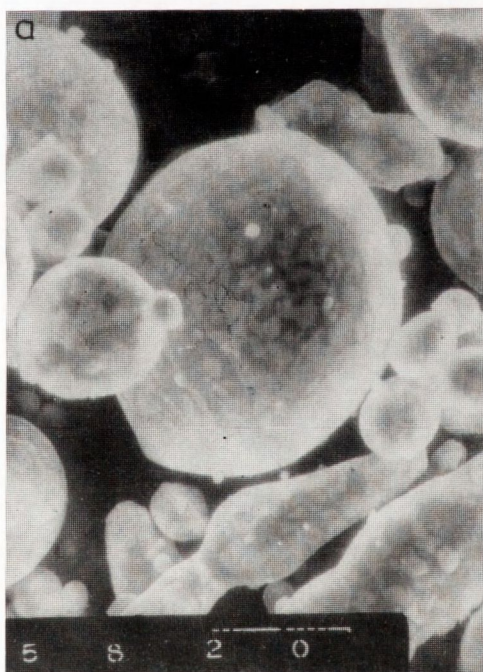


Rys. 3. Typowy kształt cząstek proszku LC63 w klasach ziarnowych [μm]:

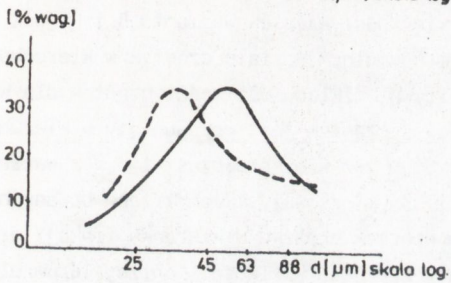
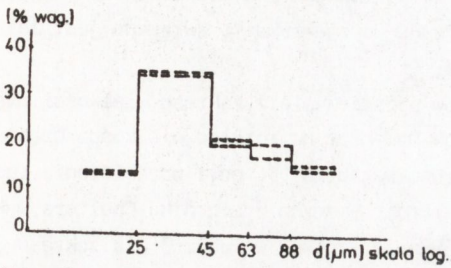
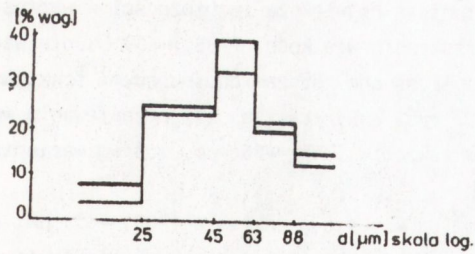
- a) -75, +45 [μm]. Pow. 200x, b) +63 [μm]. Pow. 200x,
c) -45, +25 [μm]. Pow. 200x, d) -45, +25 [μm]. Pow. 500x



Rys. 4. Charakterystyczne rozkłady faz α i β na powierzchniach cząstek proszku LC63 w klasie ziarnowej (-75, +45) [μm]. Faza β - ciemna. Pow. 5000 x
 a) typowy rozkład faz α i β , b) rozkład faz α i β w cząstkach aglomeratów

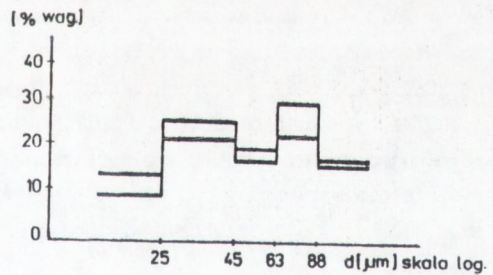


Rys. 5. Charakterystyczny rozkład faz α i β na powierzchniach cząstek proszku LC63 w klasie ziarnowej (-25) [μm]. Faza β - ciemna.
 a) Pow. 2000x, b) Pow. 5000x

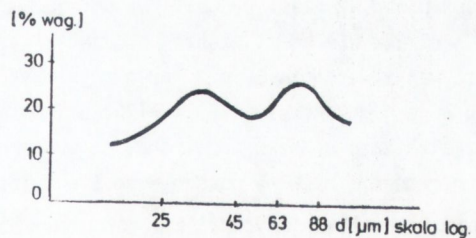


Rys. 6. Skład ziarnowy proszku LC63 po przesiewaniu

— wariant B
 - - - wariant C



Rys. 7. Skład ziarnowy proszku LC63 po przesiewaniu wg wariantu A



parametrach przesiewania wg wariantu C. Natomiast największe rozbieżności w wartościach udziałów cząstek proszku otrzymano w zakresie wielkości (-88, +63) μm dla wariantu A, zaś dla wariantu B - (-63, +45) μm i są one zarazem dominującymi frakcjami proszku przy tych wariantach przesiewania. Z rys. 6 wynika, że przy przesiewaniu wg wariantu C wzrasta udział cząstek proszku w zakresie (-45, +25) μm , zaś wg wariantu B w zakresie (-63, +45) μm .

Natomiast w wariacie A (rys. 7) najbardziej wzrasta w zakresie (-88, +63) μm . Wyniki te mogą sugerować, że przy przesiewaniu wg wariantu A i B zachodzi efekt wtórny-go granulowania proszku. Można więc przypuszczać, że zjawisko to związane jest ze zbyt długim czasem przesiewania proszków LC63.

Proszki LC63 ze wszystkich trzech wariantów przesiewania z zakresu wielkości cząstek (-45, +25) i (-75, +45) μm zostały poddane badaniom na rozkład wielkości cząstek w Liczniku Coultera. Otrzymane wyniki zestawiono w tablicy 3, gdyż ograniczenia redakcyjne publikacji nie pozwalają na zamieszczenie otrzymanych z Licznika Coultera wykresów krzywych rozkładu wielkości cząstek. Porównanie wyników w tabl. 3 dla zakresu wielkości (-45, +25) μm wskazuje, że rozkład wielkości cząstek wariantu B i C jest zbliżony, przy czym występuje przesunięcie w maksymalnym udziale cząstek w kierunku frakcji grubszych dla wariantu C. Natomiast krzywa rozkładu wielkości cząstek dla wariantu A jest bardziej smukła i największy udział cząstek jest przesunięty w kierunku frakcji drobnych w stosunku do ww. wariantów. Stąd też wielkość cząstki d_{50} z wariantu A charakteryzuje się najniższą wartością (13,3 μm) ze wszystkich trzech badanych wariantów. Przesunięcia maksymalnych udziałów cząstek proszku w kierunku frakcji drobniejszych i zwiększony udział cząstek proszku w zakresie wielkości poniżej 16 μm dla wariantów A i B w stosunku do wariantu C (tabl. 3), pozwala przypuszczać, że mogą one być związane z zauważonym efektem wtórnego granulowania przy przesiewaniu wg wariantu A i B (rys. 7 i 6). Prawdopodobnie podczas charakteryzacji wielkości cząstek, w wyniku stosowania ultradźwiękowego mieszania, następuje w tych proszkach rozbijanie aglomeratów wtórnego granulowania. Potwierdzeniem tych sugestii są wyniki otrzymane dla proszku LC63 (-45, +25) μm , dla którego zastosowano dwie częstotliwości mieszania 60 Hz i 100 Hz. Wielkość cząstki d_{50} z 11,5 μm zmniejszyła się do 9,4 μm odpowiednio. Porównując wyniki w tabl. 3 dla zakresu wielkości cząstek (-75, +45) μm można zauważyć, że dla wariantu B i C przesiewania maksymalny udział frakcji występuje w zakresie (-20, +16) μm , przy czym występują pewne różnice w charakterze rozkładu wielkości cząstek.

Krzywa dla wariantu C jest bardziej symetryczna i stroma, szczególnie w zakresie frakcji (-16) μm , aniżeli dla wariantu B. Stąd też wielkość cząstki d_{50} dla wariantu C jest nieco wyższa i wynosi 17,5 μm .

Rozkład wielkości cząstek proszku z wariantu A swym charakterem jest zbliżony do krzywej z wariantu B, przy czym największy wzrost udziału cząstek proszku dla wariantu A jest w zakresie (-25,4, +20) μm . Należy nadmienić, że podczas pomiarów wielkości cząstek tego proszku zauważono, że występuje bardzo szeroki rozrzut wielkości cząstek, a niektóre z nich są bardzo duże i w związku z tym niemierzalne w warunkach pomiaru.

Poza tym kształt cząstek jest różnorodny (od podłużnych do okrągłych). Dalszym po-

twierdzeniem tych uwag są obserwacje SEM (rys. 3a). Należy nadmienić, że właśnie w zakresie wielkości cząstek (+63) μm zaobserwowano podczas badań SEM występowanie różnej wielkości dość zwartych aglomeratów (rys. 3b). Możliwe, że zastosowana moc ultradźwięków do mieszania, podczas pomiarów wielkości cząstek, jest niewystarczająca do rozbięcia tych aglomeratów i stąd też przypuszczalnie, największa wielkość cząstki d_{50} , dla wariantu A, która wynosi 20 μm i najmniejszy udział frakcji (-16) μm (tabl. 3). Reasumując omówione powyżej wyniki, można przypuszczać, że po przekroczeniu pewnego czasu (~35 min) przesiewania proszku LC63 występuje efekt wtórnego granulowania proszku (wariant A i B, rys. 6 i 7), który nasila się wraz ze zwiększeniem naważki (wariant A, rys. 6). Ponadto przy dłuższych czasach przesiewania obserwuje się większe rozrzuty w zawartościach proszku z poszczególnych zakresów wielkości cząstek pomiędzy seriami przesiewania (tabl. 3).

Jak wiadomo, powtarzalność parametrów charakteryzujących własności fizyczne proszku będą w znacznej mierze decydować o jakości past lutowniczych. Dlatego też w świetle wyżej omówionych wyników staje się konieczne opracowanie metody segregacji proszków LC63 przeznaczonych do past lutowniczych nakładanych metodą sitodruku, czy też szablony.

Pomiary gęstości nasypowej i gęstości nasypowej z usadem proszku LC63, z poszczególnych zakresów wielkości cząstek, wykonano zgodnie z PN-75/H-043930 i PN-77/H-04950, odpowiednio.

Z otrzymanych wyników obliczono współczynnik Hausnera, którego wartości wahają się od 1,08 do 1,195. A więc powszechnie stosowane metody technologiczne do charakterystyki proszków, w tym przypadku są zbyt zgrubne dla wychwycenia różnic we własnościach fizycznych proszków LC63.

Wstępne pomiary gęstości proszków LC63 wykonane piknometrycznie w wodzie i alkoholu, jak i zauważone silne zróżnicowanie w wielkości, ilości i spójności aglomeratów w różnych przedziałach wielkości cząstek proszku sugerują, że badanie to mogłoby posłużyć do wstępnej oceny własności proszków LC63. Jest to metoda stosunkowo tania i mało pracochłonna, wydaje się więc celowe zaadaptowanie jej do charakterystyki omawianych proszków.

Zawartość zanieczyszczeń typu: tlen, węgiel i siarka analizowano w 18 próbkach proszku LC63. Zbadano próbki poniżej 0,05% O₂, 0,01% C i 0,001% S, a więc znacznie poniżej dopuszczalnej zawartości podanej w literaturze [6, 8, 9].

Z analizy krzywych rozkładu wielkości cząstek proszków z past zagranicznych przeznaczonych do metody nakładania sitodrukiem (tabl. 4) wynika, że frakcja poniżej 10 μm praktycznie nie występuje w tych proszkach (~1%). Fakt ten potwierdza powszechnie podawaną informację, że proszki do past lutowniczych nakładanych sitodrukiem nie powinny mieć cząstek o wielkości (-10) μm . Natomiast obserwuje się pewne różnice w udziałach frakcji poniżej 16 μm (tabl. 4), tzn. w proszkach z past Multicore i Alpha Metals ilości tej frakcji są znikome (~2%), zaś w proszku z pasty Formon 8956 zawartość jej wzrasta do 9%. Praktycznie można przyjąć, że proszki z pasty Multicore posiadają cząstki w jednym zakresie wielkości (-50,8, +40) μm . Natomiast cząstki proszków z pasty Alpha Metals i Formon 8956 mają szersze rozkłady wielkości cząstek i są one przesu-

Tablica 3. Zestawienie wyniku z Licznika Coultera dla proszków LC63 z różnych wariantów przesiewania

Oznaczenie	Udział proszku po przesianiu [% wag]	Rozkład wielkości cząstek wg Licznika Coultera [% obj.]						
		[µm]						
		d ₅₀	-10	-16	-16, +12,7	-20, +16	-26,4, +20	-32, +25,4
	maks.	min.						
	(-45, +25) µm							
wariant A	26,6	22,5	23	77	33	21	1,5	< 1
wariant B	24,8	23,1	19	60,5	26	25	13,0	1,2
wariant C	35,0	34,2	10	40,5	21	28	28	4,5
	(-75, +45) µm							
wariant A	32,4	25,1	7	23	13	27,5	40,5	8,5
wariant B	50,3	45,4	9,2	45	25	36	18,0	1,5
wariant C	29,2	28,9	9,5	34	19,5	48	18,0	

Tablica 4. Zestawienie wyników z Licznika Coultera dla proszków zastosowanych w pastach firm Multicore, Alpha Metals i Du Pont

Oznaczenie próbki	Rozkład wielkości cząstek wg Licznika Coultera [% obj.]							Metoda nakładania			
	[µm]										
	d ₅₀	-10	-16	-20, +16	-25,4, +20	-32, +25,4	-40,3, +32		-50,8, +40	-64, +50,8	+64
Multicore	45	1,0	1,5	0,1	0,3	0,2	7	80	10		sitodruk
Alpha Metals	27	1,2	2,0	4,0	36,0	53,0	4	1	1		
Formon 8956	23,2	1,0	9,0	15,0	43,5	32,5	1				
Formon 8523	34	6,5	12,0	5,0	8,0	16,0	27	28	3	1	szablon

nięte w kierunku frakcji drobniejszych. Wyniki te są w dobrej zgodności z obserwacjami SEM, które wykazały, że wielkości cząstek proszku z past Multicore są bardzo jednorodne, zaś z Alpha Metals zauważono niewielkie zróżnicowanie, natomiast z Formon 8956 jest już ono wyraźne (rys. 1).

W świetle danych powszechnie zalecanych w literaturze (tabl. 1) można powiedzieć, że proszki z past Multicore i Alpha Metals są proszkami wzorcowymi, zaś z Formon 8956 są proszkami zadawalającymi.

Porównanie wyników z rozkładu wielkości cząstek proszków (tabl. 4) z past Formon przeznaczonych do różnych metod nakładania wskazuje, że zakres wielkości cząstek w proszku Formon 8523 (szablon) jest znacznie szerszy i największe zawartości występują we frakcjach (-50,8, +32) μm , a więc jest przesunięty w kierunku frakcji grubszych w stosunku do proszków Formon 8956 (tabl. 4 - sitodruk). Tak więc tendencja zmian w rozkładzie wielkości cząstek proszku Formon 8523 w stosunku do Formon 8956 w zasadzie pokrywa się z podawanymi ogólnie zaleceniami w literaturze [1-10], z wyjątkiem zwiększonej frakcji (-10) μm (tabl. 4), która jak wiadomo sprzyja w tendencji pasty do tworzenia się niekorzystnego zjawiska "halo" podczas "ponownego płynięcia" pasty.

Porównując charakterystyki proszków LC63 (tabl. 3) i proszków z past zagranicznych (tabl. 4) jednoznacznie można stwierdzić, że proszki LC63 są zdecydowanie drobniejsze i zawierają nadmierną ilość frakcji zarówno (-10) μm jak i (-16) μm , które jak wiadomo nie powinny występować w proszkach do past lutowniczych stosowanych do płaskiego montażu.

Próby przesiewania proszków wykazały, że istnieje możliwość zmniejszenia ilości frakcji drobnej (poniżej 10 μm) do 7 czy 10% wag. ogólnej masy proszku. Proszki LC63, przesiewane, mają skład granulometryczny zbliżony do proszków wyselekcjonowanych z past firmy Formon.

BIBLIOGRAFIA

1. Anjard Ronald P.: Solid State Technology, 1983, 10, 183-189
2. Roos Barbara-Kozel: Solid State Technology, 1983, 10, 173-178
3. Alpha Metals Ltd, 1985
4. Stein M.A., Spadafora L., Patel D.: Circuits Manufacturing, November, 1985, 37-42
5. Rubin W.: Hybrid Circuits, Autumn 1983, 3, 18-21
6. Glaessgen Ron: Solid State Technology, April 1981, 54-55
7. Dixon Tom: Electronic Packaging and Production, August 1984, 122-126
8. Anjard Ronald P.: Electronics, September 1983, 37-40
9. Anjard Ronald P.: Brazing and Soldering, Autumn 1985, 9
10. Rubin W.: Circuits Manufacturing, October 1983
11. Tomesik E., Olender W., Kosobudzki J.: Materiały Elektroniczne 1988, 1(61), s. 23-32