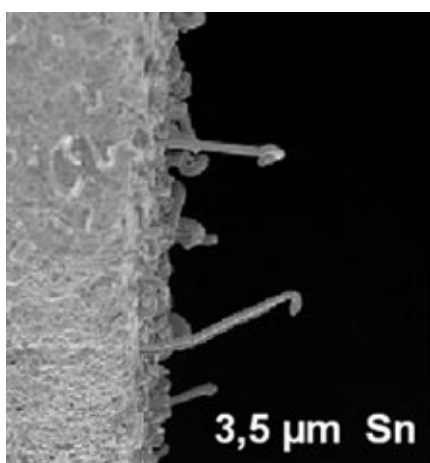


Nadchodzą: technologie montażu bezołowiowego

Perspektywa wdrożenia technologii montażu bezołowiowego staje się coraz bliższa, data 1 lipca 2006 zbliża się nieuchronnie.

O problemach wynikających z nadejścia tej daty nie zawsze zdajemy sobie sprawę, co wynika m.in. ze słabego rozpropagowania tematu. Tą lukę staramy się wypełnić.

W artykułach opublikowanych w EP1 i 2/2004 wspomniano o trzech fazach wdrożenia technologii montażu bezołowiowego. Fazę I. mamy już za sobą. Powszechnie znane są potencjalne zamienniki lutu eutektycznego SnPb. W handlu dostępne są bezołowiowe pasty lutownicze oraz luty do lutowania na fali. Obecnie następuje realizacja fazy II., czyli zaczynają być oferowane, w rozsądnych cenach, płytki drukowane z bezołowiowymi pokryciami pól kontaktowych oraz dostępne stają się podzespoły elektroniczne z kontaktami bezołowiowymi. Ta faza wdrożenia była trudna, gdyż nietrafne podjęcie decyzji co materiału pokrycia kontaktu wiązałoby się dla producentów podzespołów z dużymi stratami. Wydaje się, że na dziś decyzje takie zostały podjęte, powszechnie stosowanym materiałem na pokrycie wyprowadzeń podzespołów okazała się cienka, ok. 2 μm matowa warstwa Sn. Wprawdzie pokrycie Sn było brane pod uwagę od dawna, ale ciągle z uwagą, że istnieje niebezpieczeństwo tworzenia się tzw. *whiskersów* (fot. 1 i fot. 2), czyli samorzutnego narastania „wąsów” na kontaktach wyprowadzeń podzespołów (między innymi pokrywanych Sn) w trakcie składowania w temperaturze pokojowej. W literaturze fachowej można znaleźć informacje o tym, że na wyprowadzeniach podzespołów pokrytych cienką warstwą Sn lub stopu SnCu samorzutnie pojawiają się „wąsy”, czyli narosty czystej Sn o długościach aż do 0,3 mm. Takie „wąsy” mogą doprowadzić do zwarcień sąsiednich wyprowadzeń układów scalonych o małym rastrze wyprowadzeń. Wzrost narostów jest na tyle szybki, że w ciągu kilku tygodni para „wąsów” z sąsiednich wyprowadzeń może się spotkać.



Fot. 1.

Warto wspomnieć, że w praktyce przemysłowej często występuje taka sytuacja, że podzespół jest montowany na płytce drukowanej w kilka miesięcy po jego wyprodukowaniu. Bez rozwiązania tego problemu, nie mogło być mowy o stosowaniu pokryw z matową Sn na wyprowadzeniach. Pokrycia z Sn mają szereg zalet, między innymi:

- metal ten jest łatwo dostępny i uznawany za ekologiczny,
- opanowany jest proces jego galwanicznego nanoszenia, mogą być stosowane te same urządzenia co do nanoszenia SnPb, koszt nanoszenia jest podobny jak przy SnPb,
- pokrycie to odznacza się dobrą lutownością w obecności lutów zarówno bezołowiowych jak i ołowionych,
- połączenia wykonane z Sn mają dobrą niezawodność, porównywalną lub lepszą jak z pokryciami SnPb.

Dopiero dostępność procesu nanoszenia Sn w wersji tzw. *whiskers-free*, czyli takiego naniesienia Sn na kontakty, który w praktyce eliminuje możliwość powstawania „wąsów”,



uczyniło to pokrycie akceptowalnym. Jego istota zasadza się na wygrzaniu podzespołu, z wyprowadzeniami z Cu lub stopów z udziałem Cu, pokrytych matową Sn, przez 1 godzinę w temperaturze 150°C. Na wyprowadzeniach tak wygrzanych obudów nie stwierdzono obecności „wąsów” nawet po roku składowania. Podobny efekt jak wygrzanie, daje nałożenie podwarstwy z Ni lub Ag przed nałożeniem Sn.

Drugim poważnym problemem technologicznym, który należy rozwiązać przy stosowaniu bezołowiowych technologii montażu, jest konieczność stosowania temperatur lutowania wyższych o co najmniej 20°C niż przy lutowaniu lutami SnPb. Ten problem był podnoszony zawsze, jeśli chodzi o stosowanie montażu bezołowiowego. Znalazł on odzwierciedlenie w postaci ustanowienia normy IPC/JEDEC J-STD-020B, obowiązującej od lipca 2002 roku. Zatwierdzono w niej nową procedurę lutowania wysokotemperatu-



Fot. 2.

Tab. 1. Porównanie montażu tradycyjnego SnPb z bezołowiowym (lut SnAgCu)

Typ montażu	Szybkość transpotera	Podgrzewanie	Lutowanie
Lutem SnPb	1,25 m/min.	120 ±10°C	2,75 ±0,25s/250°C
Lutem SnAgCu	1,2 m/min.	120 ±10°C	3,75 ±0,25s/265°C

rowego dla montażu bezołowiowego. Norma ta rozważa dwa rodzaje podzespołów, jeśli chodzi o ocenę podatności na lutowanie. Mówi się w niej o tzw. podzespołach małych, tzn. takich, które mają objętość mniejszą niż 350 mm³ i grubość (wysokość) poniżej 2,5 mm, oraz o podzespołach dużych mających objętość większą lub równą 350 mm³ i grubość większą lub równą 2,5 mm. Ustalono specjalne profile lutowania (rys. 3) dla podzespołów małych z maksymalną temperaturą lutowania 250°C oraz dla podzespołów dużych z temperaturą 245°C. Podane profile lutowania mają zastąpić dotychczas stosowane przy lutowaniu rozpliwowym stopem SnPb. Z drugiej strony, producenci układów scalonych stosują te profile do badania odporności na wilgoć produkowanych podzespołów, tzw. test MSL (*Moisture Sensitivity Level*).

W przedstawionych profilach lutowania rozpliwowego można wyróżnić pewne charakterystyczne fazy procesu. Faza podgrzewania przed lutowaniem ma zdefiniowane temperatury od 125°C

do 220°C i czas podgrzewania od 150 do 210 sekund. W tym obszarze narastanie temperatury może odbywać się z szybkością od 0,4 do 1 k/s. Czas przetrzymania w temperaturze powyżej 220°C, zwykle jest to tuż powyżej temperatury likwidusu stopu bezołowiowego, jest określany od 10 do 30 sekund. Temperatura maksymalna jest tolerowana w zakresie: -5/+0°C, czyli nie może przekraczać maksymalnych temperatur zapisanych w normie, ale może być niższa o maksimum 5°C. Czas lutowania rozpliwowego od momentu rozpoczęcia procesu lutowania rozpliwowego do uzyskania temperatury maksymalnej może się wahać w granicach od 240 do 360 sekund.

Kompatybilność lutów SnPb z lutami SnAgCu

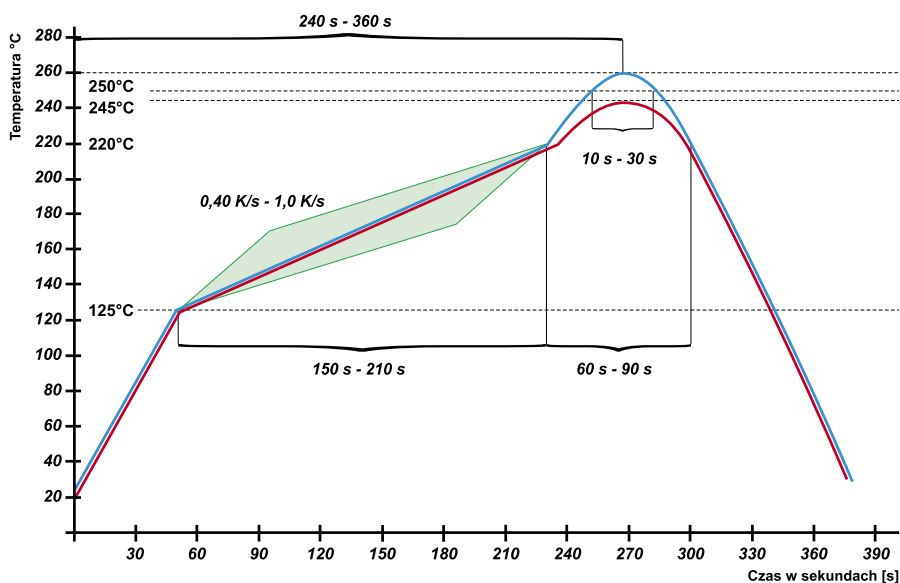
W tab. 1 zestawiono podstawowe parametry połączeń lutowanych na fali. Warto podkreślić, że niezależnie od podanych różnic pozostałe operacje związane z lutowaniem na fali, takie jak sposób nanoszenia kleju, układanie podzespołów oraz sposób utwardzania

kleju nie wymagają zmian. Nie stwierdzono istotnych różnic w wyglądzie połączeń lutowanych, kształt menisku jest taki sam, połączenie wykonane lutem SnAgCu są tylko mniej błyszczące niż wykonane lutem SnPb.

W tab. 2 dokonano porównania cech połączeń lutowanych rozpliwowo z wykorzystaniem past lutowniczych SnPb oraz pasty SnAgCu. Pozostałe parametry procesu, jak sposób nanoszenia pasty lutowniczej, sposób układania podzespołów nie wymagają zmian. Tyko temperatura lutowania pastą lutowniczą SnAgCu musi być co najmniej o 20°C wyższa niż pastą SnPb.

Z informacji zawartych w tab. 2 wynikają następujące wnioski: podzespoły z pokryciami bezołowiowymi można lutować pastami lutowniczymi SnPb, praktycznie bez zmiany parametrów procesu. Natomiast zastosowanie past lutowniczych SnAgCu wymaga podwyższenia temperatury lutowania o 20°C, i w takich połączeniach dobrze sprawują się podzespoły zarówno z pokryciami SnPb jak i bezołowiowymi.

Zastosowanie technologii bezołowiowych w montażu wymaga także analizy procesu montażu układów scalonych w obudowach typu BGA (fot. 4), gdzie wyprowadzenia rozmieszczone są pod całą obudową (*array packages*) lub jej znaczną częścią. W takich obudowach wyprowadzenia mają kształt kulek wykonanych z lutu, tzw. kontakty podwyższone. W tab. 3 porównano parametry użytkowe połączeń wykonanych lutami SnPb oraz SnAgCu, między płytką drukowaną a obudową typu BGA z kontaktami z lutu SnPb oraz SnAgCu. Okazuje się, że w przypadku lutowania pastami SnPb podzespołów BGA i podobnych z „kulkami” SnAgCu istotna jest temperatura procesu. Jeśli w samym złączu temperatura będzie niższa niż 230°C to nie nastąpi „przetopienie” kontaktu SnAgCu z pastą lutowniczą, połączenie ma charakter powierzchniowy i jest złe jakościowo. Warto podkreślić, że „okiem” takiego połączenia nie można zobaczyć, można to ocenić tylko po prześwietleniu promieniami Roentgena.



Rys. 3.

Tab. 2. Kompatybilność obudów układów scalonych w wyprowadzeniach pokrytych SnPb oraz z matową Sn

Pokrycia	Pasta lutownicza SnPb	Pasta lutownicza SnAgCu
Podzespoły z pokryciami SnPb	Stosowane od kilku dekad, lutowność i niezawodność powszechnie akceptowalna	Zdolność procesowa OK Lutowność OK Niezawodność OK
Podzespoły z pokryciami bezołowiowymi (matowa Sn)	Zdolność procesowa OK Lutowność OK Niezawodność OK	Zdolność procesowa OK Lutowność OK Niezawodność OK

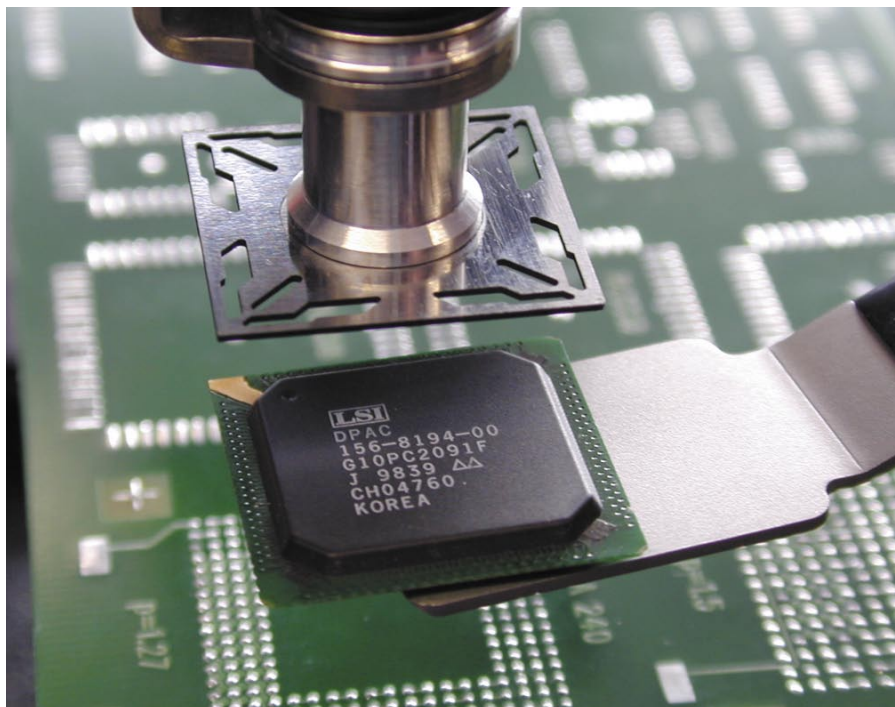
Tab. 3. Parametry użytkowe połączeń wykonanych lutami SnPb oraz SnAgCu dla obudów BGA

Pokrycie kulek	Pasta lutownicza SnPb	Pasta lutownicza SnAgCu
BGA z „kulkami” SnPb	Stosowane od dekady, lutowność i niezawodność powszechnie akceptowalna	Zdolność procesowa OK Niezawodność OK
BGA z „kulkami” SnAgCu	Zdolność procesowa zła jeśli temperatura lutowania poniżej 230°C Niezawodność lepsza niż przy kulkach SnPb	Zdolność procesowa OK Niezawodność OK

Podsumowanie

Producenci podzespołów elektronicznych, w tym przede wszystkim układów scalonych, zrobili znaczny krok w zakresie produkcji podzespołów bezołowiowych. Na rynku pojawiły się podzespoły z wyprowadzeniami pokrytymi materiałem bezołowiowym. Opanowana została technologia takiego pokrywania Sn, która eliminuje zjawisko powstawania „wąsów” w trakcie składowania podzespołów. Co jest najbardziej istotne, nowe pokrycia pozwalają na stosowanie tych podzespołów nie tylko z tradycyjnymi lutami cynowo-olowiowymi ale także z nowymi lutami opartymi na eutektyce SnAgCu. Rozwiązane to sprzyja powszechnemu wdrożeniu technologii bezołowiowych w montażu. Nie ma obaw co do możliwości prowadzenia takiego procesu, nie występuje zdecydowane pogorszenie właściwości lutowniczych nowych materiałów oraz nie następuje degradacja niezawodności połączeń wykonywanych w nowej technologii montażu.

dr inż. Ryszard Kisiel



Fot. 4.



Bezpłatny katalog firmy National Instruments na rok 2005

Zawiera informacje o nowych produktach, tabele porównawcze oraz szczegółowo przedstawia:

- LabVIEW 7.1 narzędzie graficznego programowania
- SignalExpress interaktywne oprogramowanie pomiarowe
- Nowe karty pomiarowe serii M
 - Tanie, przenośne urządzenia USB DAQ
 - Kontrolery high-performance PXI
 - Instrumenty modułowe 200 MS/s
 - Compact RIO rekonfigurowany systemy pomiaru i akwizycji czasu rzeczywistego
 - Linki do strony ni.com

Aby uzyskać bezpłatną kopię odwiedź stronę ni.com/info i wprowadź kod zzxv35 lub zadzwoń (22) 33 90 150.