

Bezołowiowe technologie montażu sprzętu elektronicznego, część 1



Producentom stawia się ponadto wymagania prawne, aby stosowane u nich technologie i materiały były przyjazne środowisku. Przepisy narzucają już na etapie projektowania uwzględnienie recyklingu i powtórnego użycia materiałów. Marketingowo wypada być „zielonym”, skoro konkurencja też taka jest. Producenci spodziewają się, że nowe materiały będą miały korzystniejsze parametry techniczne i uczynią wyroby bardziej niezawodnymi. Eliminacja ołowiu z lutów i całego procesu lutowania nie jest łatwa. Najistotniejszą przeszkodą są koszty. Opracowanie nowych materiałów i technologii kosztuje. Czołowi producenci z Europy, spełniający uwarunkowania prawne, obawiają się, że konkurencja będzie nadal produkowała taniej wyroby w technologiach ołowio- wych i znajdzie chętnych nabywców w krajach słabo rozwiniętych. Niezależnie od tych obaw, wdrażanie technologii bezołowiowych w czołowych firmach europejskich

Zastosowanie technologii bezołowiowych w montażu urządzeń elektronicznych, a szczególnie elektroniki konsumenckiej, stanie się rzeczywistością w ciągu kilku najbliższych lat. Wymuszą to uwarunkowania prawne, a ponadto presja rynku - rośnie bowiem świadomość ekologiczna potencjalnych klientów, którą kształtują prasa i organizacje konsumenckie.

i japońskich jest faktem. Dlatego znajomość bieżących trendów oraz spodziewanego harmonogramu eliminacji Pb z wyrobów elektronicznych jest konieczna dla wszystkich producentów, także w Polsce. Każda z firm powinna ustalić na najbliższe lata własną strategię wdrożenia bezołowiowych technologii, aby nie stracić rynków zbytu.

Sytuacja prawna w Europie

Sytuację prawną określają dwie dyrektywy Unii Europejskiej: *Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)* oraz *Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS)*, które weszły w życie z datą 13.02.2003. Mówią one, że każdy wyrób z określonych w dyrektywie kategorii, sprzedawany na rynkach europejskich po 1 lipca 2006 roku, ma być wolny od ołowiu i innych szkodliwych substancji (tab. 1). W tabeli podano zarazem czynniki najgroźniejsze dla środowiska.

Po wejściu do Unii, także producentów polskich będą obowiązywać podobne obostrzenia. Zatem warto znać harmonogramy przygotowań firm europejskich do obowiązywania dyrektyw.

W dalszej części artykułu przedstawiony zostanie ogólny harmonogram wdrożenia technologii bezołowiowych w Europie, opracowany w lutym 2003 roku.

W Unii Europejskiej i Japonii jest powszechna zgoda na następującą definicję technologii bezołowiowych: zawartość Pb nie może być większa niż 0,1 % wagowo (1000 ppm). Jednak są kłopoty z interpretacją takiej definicji. Jed-

ni uważają, że oznacza to nie więcej niż 0,1 % masy podzespołu, a nawet urządzenia, a inni 0,1% masy konkretnego bazowego materiału w podzespołe. Większość przychyliła się do tej ostatniej definicji. Należy podkreślić, że w obowiązującej w UE tzw. dyrektywie samochodowej (*End of Life Vehicle Directive*) granica zanieczyszczeń Pb w materiałach stosowanych w samochodzie (za wyjątkiem Pb), nie może przekroczyć 0,1%. Wkrótce przepisy wykonawcze jednoznacznie sformułują definicję technologii bezołowiowej, jak również określą metody pomiaru zanieczyszczeń Pb w materiałach.

Harmonogram wdrożeń technologii bezołowiowych w Europie

Prowadzone prace badawcze oraz prace wdrożeniowe w czołowych firmach elektronicznych pokazują, że wdrożenie technologii bezołowiowych będzie odbywało się etapami. Najłatwiej spodziewany proces wdrożenia będzie można prześledzić rozpatrując go w następujących dwóch grupach zagadnień: technologii lutowania oraz konieczności zastosowania nowej generacji podzespołów.

Tab. 1. Szkodliwe czynniki wraz z granicznymi limitami

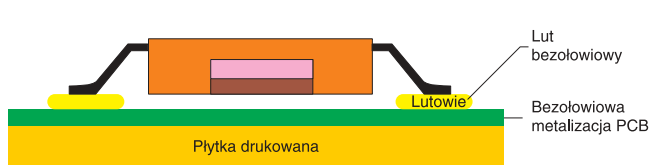
Składnik	Graniczna zawartość [ppm]
Ołów w lutach	1000
Antymon	900
PBB, PBDE	900

Zakaz stosowania rtęci, kadmu oraz związków zawierających 6-wartościowy chrom
PBB - poly brominated diphenyl, PBDE - poly brominated diphenyl ether

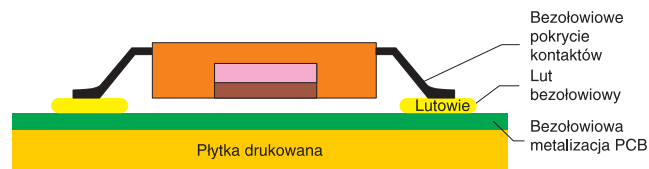


Trzeba się przygotować

Wszyscy liczący się na świecie producenci podzespołów sukcesywnie wprowadzają nowe elementy w wersji bezołowiowej. W roku 2006 przestaną być produkowane elementy z wyprowadzeniami przystosowanymi do „klasycznego” lutowania z zastosowaniem ołowiu.



Rys. 1. Pierwszy etap wdrażania technologii bezołowiowych dotyczy pokryć płytek drukowanych i lutów bezołowiowych



Rys. 2. Drugi etap wdrożenia technologii bezołowiowych dotyczy kompletnie wykonanego połączenia bezołowiowego

Etap 1

Logicznym wydaje się, że wdrożenie technologii bezołowiowych powinno zacząć się od zastąpienia lutu SnPb lutem bezołowiowym. Niestety, w takim procesie zastąpienia ujawniają się co najmniej dwa źródła potencjalnych problemów. Przewidywane do wdrożenia luty bezołowiowe mają wyższą temperaturę topnienia o co najmniej 30°C, a po drugie, system topników opracowany dla stopów SnPb nie musi dobrze współpracować z lutami bezołowiowymi. Stąd konieczność prowadzenia wielu prac badawczych, aby taka zmiana była możliwa.

Kolejnym elementem połączenia lutowanego, który już dawno mógł być bezołowiowy, to pokrycie pól kontaktowych płytki drukowanej. Producenci płytek drukowanych już od dawna mieli opracowaną, dla potrzeb elektroniki profesjonalnej, technologię kontaktów z Ni/Au na płytkach obwodów drukowanych. Pokrycie to jest powszechnie stosowane w montażu powierzchniowym układów elektroniki profesjonalnej i specjalnej. Wprawdzie jest ono droższe niż SnPb, ale wobec rosnących wymagań na płaskość pokryć kontaktów płytek o dużej gęstości montażu wielu klientów decydowało się już w przeszłości na takie rozwiązanie. Te dwa elementy: luty bezołowiowe i pokrycia pól kontaktowych stanowią istotne aspekty wdrożenia etapu I (rys. 1).

Dla wdrożenia etapu I konieczna jest dostępność na rynku oraz stosowanie przez producentów bezołowiowych past lutowniczych do lutowania rozpliwowego lub bezołowiowych lutów do lutowania na fali oraz bezołowiowych pokryć pól kontaktowych płytek drukowanych. Na tym etapie nie jest przewidywane jeszcze stosowanie podzespołów „bezołowiowych“, mogą to być dotychczas stosowane podzespoły z wyprowadzeniami ze stopu SnPb. Stawia się im jednak dodat-

kowe wymagania, głównie cieplne, aby wytrzymały narażenia związane z lutowaniem lutami bezołowiowymi (zwykle w temperaturach wyższych od dotychczasowych o 30...50°C), a także, aby powstające połączenia nie miały gorszych właściwości eksploatacyjnych jak połączenia klasyczne. Początkowe lata prac badawczych nad lutami bezołowiowymi poświęcone były znalezieniu zamiennika lutu SnPb o zbliżonej temperaturze topnienia. W literaturze fachowej jest dużo informacji o lutach bezołowiowych. Na rynku kilku producentów past oferuje bezołowiowe pasty lutownicze do lutowania rozpliwowego. Są już dostępne układy scalone z bezołowiowymi pokryciami wyprowadzeń. Niezależnie od dostępności bazy materiałowej i podzespołowej, prowadzi się także prace nad montażem w pełni bezołowiowym. Ten etap przygotowań do praktycznego wdrożenia elementów technologii bezołowiowych, w którym co najmniej połowa czołowych firm będzie stosowała elementy montażu bezołowiowego, ma się zakończyć z końcem roku 2004.

Faza II

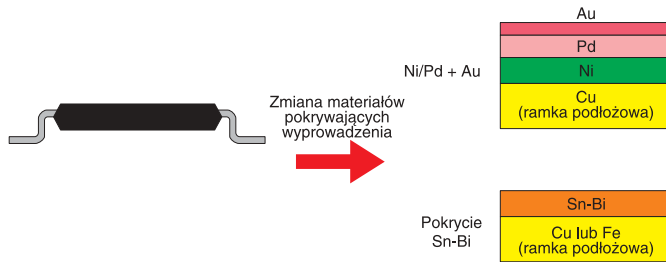
Według przyjętych założeń faza II wdrażania technologii bezołowiowych będzie polegała na tym, aby wszystkie elementy połączenia lutowanego były wolne od Pb. Konieczne są zatem zmiany materia-

łowe nie tylko w lutach i płytках, co było przedmiotem etapu I, ale także zmiany w podzespołach (rys. 2). W drugim etapie dochodzi kolejny element bezołowiowy: pokrycia kontaktów podzespołów. Nadal materiały z udziałem Pb mogą być stosowane na wewnętrzne połączenia w podzespołach, modułach i materiałach na obudowy oraz na płytki drukowane.

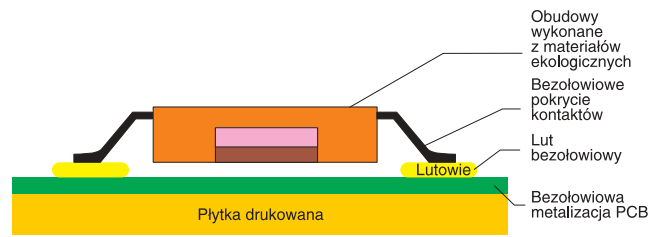
Pełniejsze wdrożenie technologii bezołowiowych stanie się możliwe między innymi dlatego, że od roku 2004 powinny być już powszechnie dostępne w handlu podzespoły z bezołowiowymi pokryciami kontaktów o porównywalnej z dotychczasowymi cenie, a same materiały i podzespoły powinny być w pełni kompatybilne z procesami technologii bezołowiowych, co powinno objawiać się między innymi zwiększoną odpornością na podwyższoną temperaturę lutowania oraz zmniejszoną higroskopijnością materiałów stosowanych na obudowy. Właściwie na tym etapie kończy się odpowiedzialność zakładu montażowego za technologie bezołowiowe. Dalej ciężar wdrożenia jest przenoszony na producentów podzespołów i płytek drukowanych.

W tab. 2 zebrano, a na rys. 3 pokazano, jakie bezołowiowe pokrycia wyprowadzeń układów scalonych, do montażu przewlekane oraz powierzchniowe, stosowane są w firmie Sony.

Tab. 2. Materiały stosowane na pokrycia wyprowadzeń układów scalonych		
Typ podzespołu	Pokrycie dotychczasowe	Pokrycie bezołowiowe
SMD Podzespoły powierzchniowe	SnPb	Ni/Pd+Au lub SnBi
		Ni/Pd+Au
		Ni/Au (elektrolitycznie)
		SnPb kontakty podwyższone (kulki)
PTH Podzespoły przewlekane	SnPb	Ni/Pd+Au lub SnBi
		Ni/Pd+Au
		Ni/Au (elektrolitycznie)
		Sn (elektrolitycznie)



Rys. 3. Przykładowe, bezołowiowe pokrycia



Rys. 4. Trzeci etap wdrażania technologii

Faza III

W trzeciej fazie wdrażania technologii bezołowiowych powinna nastąpić całkowita eliminacja Pb we wszystkich materiałach stosowanych przy wykonywaniu połączeń lutowanych oraz na obudowy podzespołów, a sam wyrób musi spełniać wymagania dyrektywy RoHS. Musi więc nastąpić nie tylko zmiana lutów na bezołowiowe, ale także zmiana wszystkich materiałów stosowanych do obudowy na wolne od szkodliwych związków chemicznych, w tym PVC (rys. 4).

Podobnie w procesie montażu następujące elementy muszą być bezołowiowe: pasty lutownicze, luty do lutowania na fali, materiały na pokrycia kontaktów płytek i kontaktów podzespołów oraz w połączeniach wewnątrz modułów. Zatem w żadnym z elementów nie powinno być związków szkodliwych.

Przewiduje się, że czołowi producenci urządzeń elektronicznych w Europie w pełni wprowadzą technologie bezołowiowe do końca 2005 roku, przy granicznym termi-

nie 1 lipca 2006 roku.

Nadal badane będą materiały na połączenia wewnątrz układów scalonych. Zagadnienie, jak luty wysokoołowiowe, wysokotopliwe, 95Pb5Sn lub 97Pb3Sn zastąpić lutami bezołowiowymi i którymi, jest nadal w trakcie rozpracowywania - rozważane jest zastosowanie lutu SnAu.

Dyrektywa RoHS dopuszcza wyjątkowo do stosowania nadal luty wysokoołowiowe do montażu wewnątrz układu scalonego.

dr inż. Ryszard Kisiel