

Maciej SZUMSKI¹
Piotr BARMUTA²
Kazimierz CYWIŃSKI³

WYBRANE PROBLEMY TRWAŁOŚCI IZOLACJI I POŁĄCZEŃ W ZESPOŁACH ELEKTRONICZNYCH NA BAZIE PŁYTEK Z MONTAŻEM POWIERZCHNIOWYM

W produkcji sprzętu elektronicznego stosuje się coraz bardziej wyrafinowane technologie „upakowania” elementów w jednostce objętości konstrukcji. Podstawową bazą do montażu są płytki o uwarstwionej strukturze: ścieżki metalowe-podkład dielektryczny. Rozpowszechniane są już struktury wielowarstwowe z wykonanymi elementami biernymi (kondensatorami, rezystorami itp.).

Spodziewać się więc można, problemów w wykonawstwie i utrzymaniu wysokiej jakości połączeń lutowanych, tolerancji grubości i szerokości ścieżek przewodzących, odporności izolacji na powierzchni i w głąb na impulsy napięciowe itd.

W referacie przedstawiono niektóre z tych zagadnień, a szereg wyników zebrano na przemysłowej linii montażu powierzchniowego podczas produkcji obwodów pomiarowych najwyższej jakości stosowanych m.in. do rozliczeń finansowych – metrologii prawnej.

1 WPROWADZENIE

1.1 Obwody drukowane

Współczesne obwody drukowane to wyroby charakteryzujące się ogromną precyzją. Typowe już i powszechnie dostępne technologie płytek obwodów drukowanych pozwalają na uzyskiwanie odstępów pomiędzy ścieżkami do 5-6 milów, oraz minimalnej szerokości ścieżki 6 milów przy liczbie warstw do 12. Precyzja ta, a zarazem nowe wymagania technologiczne są wymuszane przez przemysł elektroniczny, samochodowy, nowe idee technologiczne w budowie podzespołów półprzewodnikowych, ciekłokrystalicznych, mikroplazmowych, ferroelektrycznych, podzespołów o strukturach „nano” i MEMS itp. Te nowe wymagania dotyczą głównie sposobów montażu elementów miniaturowych, wykonywania mikrostryków, połączeń

1 PLUM sp. z o.o. Ignatk, plum@plum.pl

2 Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, barmuta@cksr.ac.bialystok.pl

3 Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

elastycznych itd. Już dzisiaj zanika „tradycyjny” montaż ręczny przewlekany, zachodzi konieczność automatyzacji kontroli połączeń i pomiaru geometrii ścieżek.

Z uwagi na gęste „upakowanie” elementów w montażu powierzchniowym i przestrzennym co prowadzi do narzucenia małych odstępów w izolacji stałej i zewnętrznej (gazowej) podejmuje się próby i pomiary elektryczne koncentracji natężenia pola na ostrzach wokół ścieżek, stabilności rezystywności w czasie i przenikalności ϵ materiału laminatów. Brak rozpoznania tych zagadnień może prowadzić do wystąpienia awarii całych bloków funkcyjnych.

W pracy zostaną omówione wybrane zagadnienia związane z niezawodnością przy produkcji automatycznej obwodów drukowanych z montażem powierzchniowym urządzeń pomiarowych o szczególnych wymaganiach jakościowych – urządzeniach „metrologii prawnej” przeznaczonych do pracy w strefach EX. Ponieważ urządzenia te służą do rozliczeń ilości tłoczonego gazu wymagania niezawodności są tu szczególnie istotne.

1.2 Typy technologii montażu

Złożoność procesu montażu elementów elektronicznych zależy głównie od stopnia ich przestrzennego ułożenia. W montażu najważniejsze są:

- niezawodność połączeń,
- bezbłędny montaż,
- możliwość elastycznego przestawiania procesu,
- w miarę możliwości stosowanie automatów,
- minimalizacja kosztów.

Typ technologii zależy od skali produkcji. W produkcji seryjnej i masowej już dzisiaj korzysta się z poddostawców, wyspecjalizowanych w montażu bloków.

Spośród kilku znanych technologii lutowania najpoważniejszą pozycję zajął system lutowania rozpliwowego. Prawidłowy proces lutowania wymaga nie tylko dobrego lutowia i topnika, przygotowania powierzchni elementów łączonych, ale i prawidłowej zwilżalności. Ważne jest tu prawidłowe nagrzewanie – profil temperatury pieca i jej rozkład w piecu. Nowym problemem stały się wdrażane dyrektywy RoHS i WEEE skutkujące wyeliminowaniem stopów lutowniczych Sn-Pb w obwodach drukowanych (od lipca 2006). Nowe rodzaje lutów bezołowiowych dostarczają w tym zakresie zupełnie nowych i innych wymagań.

Klasyczna technologia montażu przewlekanego i lutowania na fali może być realizowana przy pomocy automatów i półautomatów (np. Menziken typ MT1600) Urządzenia tego typu umożliwiają montaż:

- elementów z wyprowadzeniami promieniowymi i cylindryczne,
- kondensatorów,
- niektóre typy tranzystorów,
- kołków montażowych i elementów stykowych,
- innych elementów w obudowach.

W montażu automatycznym i półautomatycznym istotny jest rozstaw wyprowadzeń. Spotykane są tu następujące systemy:

- system o stałym rozstawieniu,

- system o dwóch rozstawieniach,
- system o zmiennym rozstawieniu.

Urządzenia do montażu sterowane są komputerowo, a elementy do montażu pobierane są w postaci taśm o znormalizowanych wymiarach.

Lutowanie "na fali" jakkolwiek bardzo dobrze opanowane jest chętnie zastępowane przez lutowanie rozpliwowe. W technologii tej korzysta się z past lutowniczych o odpowiedniej granulacji proszku. Pasty nanosi się metodą sitodruku. Technologia ta jest szczególnie przydatna do elementów SMD i pozwala na bardzo precyzyjne dozowanie lutowia.

W montażu obwodów drukowanych używa się również klejów elektroprzewodzących do wykonywania połączeń elektrycznych jak i klejów do połączeń mechanicznych.

Odrębną grupą systemów montażu jest wbudowywanie elementów biernych w produkcji płytek drukowanych. Ten typ płytek wytwarzają tylko firmy wyspecjalizowane. W strukturze tych płytek mogą występować nowego rodzaju defekty:

- rozwarstwienie laminatu (pęcherze gazowe) na styku dielektryk płytki-element bierny (rezystor, kondensator, itp.),
- brak dobrego przylegania,
- zagrożenia termiczne (związane z możliwością wydzielania się ciepła na elementach stratnych),
- lokalne przebicia skrośne (np. od przepięć impulsowych).

2. WYBRANE PARAMETRY OBWODÓW DRUKOWANYCH

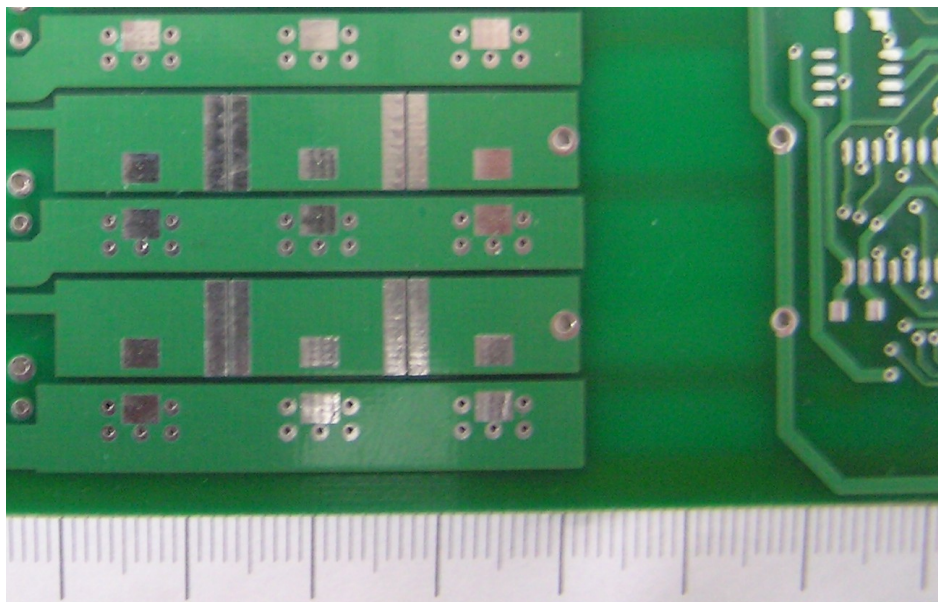
Podjęto próbę oceny jakości obwodów drukowanych i zmontowanych i nie zmontowanych poprzez pomiary podstawowych parametrów stosowanych tam dielektryków oraz zebraną statystykę uszkodzeń gotowych wyrobów podczas eksploatacji i procesu produkcyjnego.

Do prób wzięto obwody wykonane na bazie szkło-epoksydu FR-4. Pobrane próbki to obwody pomiarowe z barierą iskrobezpieczeństwa przelicznika gazu. Płytki te są montowane w technologii mieszanej – SMT i montaż przewlekany z „soldermaską”, a w końcowej operacji po zmontowaniu są lakierowane.

Płytki poddano w komorze klimatycznej narażeniu na wilgotne gorąco stałe, a następnie kondycjonowano w warunkach laboratoryjnych i przeprowadzono dwie serie pomiarów:

- pomiary rezystywności powierzchniowej pomiędzy ścieżkami pokrytymi „soldermaską”
- pomiary odporności na łuk elektryczny przy wysokim napięciu i małym natężeniu prądu.

Do pomiarów rezystywności powierzchniowej wykorzystano geometryczny układ ścieżek bariery iskrobezpieczeństwa o odległości pomiędzy ścieżkami 0,62 mm. Wybrane fragmenty ścieżek odseparowano od reszty obwody tak by jego wpływ na wyniki był pomijalny. Wybrany fragment przedstawiono na rysunku 1.



Rys.1. Widok fragmentu badanego obwodu drukowanego

Pomiary wykonano w układzie technicznym stosując napięcie pomiarowe 100V DC i elektrometr K602. Wybrane wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tab.1. Wyniki pomiarów rezystywności powierzchniowej

Lp.	Próbka	Rezystywność powierzchniowa $\rho_s[\Omega]$ (średnia z trzech pomiarów)	Rezystywność powierzchniowa $\rho_s[\Omega]$ (wartości katalogowe)
1	Obwód drukowany bez próby wilgotne gorąco	$4,5 \cdot 10^{14}$	$3,8 \cdot 10^{13}$
2	Obwód drukowany po próbie wilgotne gorąco	$3,1 \cdot 10^{12}$	$3,8 \cdot 10^{13}$

Jak można zauważyć mimo zabezpieczenia ścieżek warstwą „soldermaski” nastąpiło obniżenie (o około 2 rzędy) wartości rezystywności powierzchniowej obwodu drukowanego w wyniku przeprowadzenia próby wilgotne gorąco stałe. Przyczyną tego zjawiska może być porowata warstwa i nasiąkliwość soldermaski jak i samego szkło-epoksydu.

Przeprowadzone dodatkowo próby „rezystywności” obwodów po serii przepięć wykazały dodatkowe zmiany i to zarówno w kierunku wartości wyższych jak i niższych.

W celu oceny jakości przetwórstwa tworzyw stosowanych na obwód drukowany oraz zagrożeń związanych z możliwymi przepięciami przeprowadzono próbę odporności na łuk elektryczny przy wysokim napięciu i małym natężeniu prądu zgodnie z normą [2].

Próby przeprowadzono przy prądzie pomiarowym 10 mA i napięciu 12,5 kV. Wybrane wyniki zebrano w tabeli 2.

Tab.2. Wyniki pomiarów odporności na łuk elektryczny

Lp.	Próbka	Odporność na łuk Średnie z 5 pomiarów	Wartości katalogowe
1	Obwód drukowany bez próby wilgotne gorąco	78s /ścieżka przewodząca S wartość min 14 s	120s
2	Obwód drukowany po próbie wilgotne gorąco	97s / ścieżka przewodząca S wartość min 54 s	120s
3	Obwód drukowany bez próby wilgotne gorąco lakierowany lakierem PLASTIK 70	45s / ścieżka przewodząca S wartość min. 16 s	120s

Jak można zauważyć przebadane obwody drukowane nie uzyskały typowej wartości deklarowanej w kartach katalogowych (deklarowane wartości minimalne wynosiły 60s). Uzyskane wyniki charakteryzowały się znacznymi rozrzutami a podane wartości minimalne znacznie odbiegają od wartości średniej co wskazywałoby na brak dobrej powtarzalności przetwarzania tworzywa. Wyższe wartości odporności próbek po próbie na wilgotne gorąco stałe zdają się potwierdzać problem nie do końca ukształtowanej struktury materiału płytki. Znacznie odbiegające rezultaty w przypadku obwodów powleczonych lakierem wskazują na jego niewłaściwy dobór pod tym kątem.

3. PODSUMOWANIE

Analiza zjawisk w procesie technologicznym produkcji precyzyjnych i niezawodnych obwodów drukowanych, oraz wyniki przeprowadzonych badań wskazują na celowość podjęcia oceny jakości obwodów drukowanych pod kątem obecności ładunków przestrzennych w dielektryku oraz jakości jego przetwarzania. Niezależnie od parametrów deklarowanych przez producenta ze względu na złożony i wieloetapowy proces produkcji gotowego obwodu drukowanego w celu osiągnięcia wysokiego poziomu niezawodności należy rozważyć możliwość wprowadzenia do procesu produkcyjnego wybranych pomiarów parametrów dielektryków płytek.

4. LITERATURA

1. Kacprzyk R.: *Wybrane zagadnienia badań ładunku i jego zaniku w dielektrykach stałych*. Wyd.Pol. Wrocławskiej. Wrocław 2004.
2. PN-EN 61621:2002 (U) *Materiały elektroizolacyjne stałe suche. Odporność na wyładowania łukowe wysokonapięciowe, niskoprądowe*.
3. Hetmańczyk M.: *Podstawy nauki o materiałach*. Wyd. Pol. Śląskiej Gliwice 1999.
4. Sulima T.: *Materiały elektrotechniczne.....*, Wiadomości Elektrotechniczne 1994 nr 3 s. 83-84.
5. PN-EN 60068-1:2005 *Badania środowiskowe Postanowienia ogólne i wytyczne*.

SOME PROBLEMS OF INSULATION AND CONTACTS DURABILITY IN SMD PCB`s

In the paper some problems of durability modern PCB`s with SMD devices are discussed. The authors show several results obtained in industry SMD line and laboratory measurements. The authors suggest that high reliability of PCB`s can be achieved by additional dielectric material verification.