

Poprawa procesu drukowania pasty dzięki inspekcji metodą przesunięcia interferencyjnego

Już od dawna wiadomo, że w procesie lutowania SMT to właśnie pasta została uznana za główne źródło wad montażowych. Sam proces lutowania przy jej użyciu też jest enigmatyczny – jest to połączenie nauki oraz sztuki i zdecydowanie nie można nazwać go prostym.

W trakcie prac rozwojowych nad technologią montażu powierzchniowego próbowano wymyślić różne narzędzia, które miały służyć do kontroli jej nakładania. Urządzenia te bazują na najnowszych osiągnięciach w dziedzinie optyki, wykorzystują lasery i skomplikowane systemy wizyjne, umożliwiające szybką i dokładną kontrolę. Niestety podczas dążenia do ciągłej miniaturyzacji elementów stosowanym powszechnie urządzeniom brakuje dzisiaj wystarczającej dokładności, czasu taktu lub obu tych parametrów naraz. Możliwość rozpoznawania depozytów (miejsc nanoszenia pasty) z rozdzielczością 0,010°, a więc na tyle dobrze, aby zawrzeć urządzeniu w zakresie jakości naszej produkcji i na tyle szybkiego kontrolowania, aby spełnić wymagania wydajności bez nie opóźniania produkcji, stała się dalekosiężnym i najważniejszym celem rozwoju technologii automatycznej inspekcji pasty. Badania nad interferometrią i przesunięciami fazowymi w obrazach zaowocowały w końcu stworzeniem nowej technologii kontroli pasty i zmieniły sposób jej postrzegania.

Zasada działania inspekcji za pomocą fazowego przesunięcia interferencyjnego jest prosta. Wyobraźmy sobie słońce świecące przez metalowe żaluzje.

Promienie słoneczne układają się, tworząc na przemian jasne i ciemne paski. Odpowiadające im paski pojawiają się prosto na płaskich powierzchniach, takich jak podłogi, stoły, ale gdy krzyżują się z meblami, zmienia się sposób ich układania – zostają przesunięte, tworząc płaską topografię. Liczba postrzeganych zygzaków zależy od wysokości obiektu oraz względnie także od kąta obserwacji i źródła światła. Okazuje się, że wykonując kilka pomiarów w znanych odstępach czasu, wysokość oświetlanego obiektu można obliczyć matematycznie.

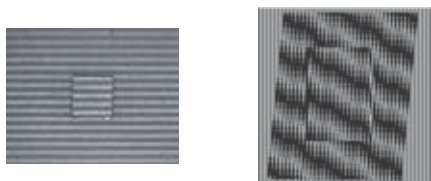
Pomiary interferencyjne

Na przemian jasne i ciemne paski są znane jako wzór Moiré (rys. 1), a metoda pomiaru w znanych odstępach czasu nazywana jest interferencyjnym przesunięciem fazowym. Na rysunku 2 pokazano system inspekcji firmy Koh Young, który wykorzystuje opatentowaną metodę zastosowania przesunięcia interferencyjnego do pomiaru depozytów pasty lutowniczej. System dzieli każdy depozyt na małe części np. o wielkości 10 µm i następnie mierzy lokalizację i wysokość każdego segmentu. Następnie system oblicza objętość poszczególnych segmentów i tworzy model 3D całego depozytu pasty (rys. 3). Model pomiaru objętości, wysokości i lokalizacji obszaru zostaje za-



pisany i porównany z idealnym przykładem (rys. 4). Modelowanie jest niezwykle dokładne i wykazuje powtarzalność i odtwarzalność z różnicami nie większymi niż 10%. Przykładem udanej aplikacji takiego sposobu kontroli produkcji może być firma Victor Corporation, producent komponentów dla elektrowni, która obecnie używa sprzętu firmy Koh Young w celu kontroli prototypów i linii produkcyjnych.

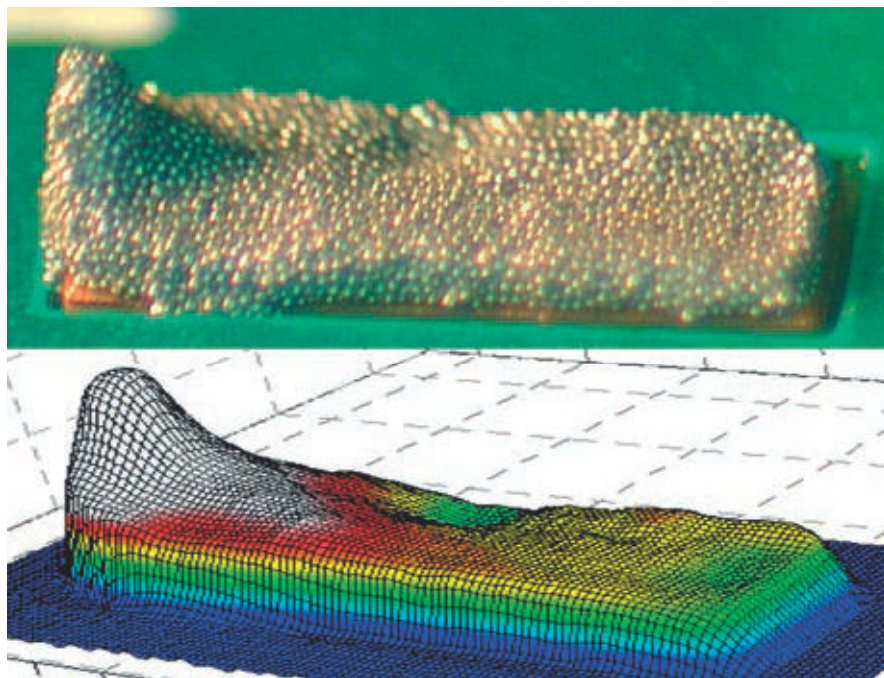
Produkowane przez Victora pakiety zawierają jedno z najmniejszych i najbardziej złożonych pakietów SMT: elementy, w tym chipy w obudowach QFN i SOT 883s, na płytkach ułożone są z odstępem 0,5 mm, a podzespoły pasywne występują w rozmiarze 0201. Płytki są produkowane w panelach od 10 do 20 rzędów, względna liczba depozytów pasty na płytce przekracza 10 000, a większość z nich jest mniejsza niż 0,012". Oczywiście taki proces technologiczny nie jest niemożliwy do przeprowadzenia, ale z pewnością stanowi nie lada wyzwanie. Firma Victor do kontroli używa technologii przesunięcia fazowego zarówno w trybie online, jak i offline. Zarządzanie procesem online obejmuje wydruki badań przesiewowych pod kątem jakości nakładania i optymalizacji przepustowości tego procesu. Analiza offline to inaczej szablon kwalifikacji i weryfikacji pasty lutowniczej i dobór jej parametrów.



Rys. 1. Wzór Moiré

Wdrożenie technologii rozpoczyna się od zaprogramowania układania pasty dla płytki PCB. Proces ten zajmuje około 10 minut. W trakcie niego komputer systemowy tworzy wirtualną „golden board”, do której są następnie porównywane wykonywane bieżące egzemplarze produkcyjne. Urządzenie kontrolne na podstawie pliku Gerber, zawierającego wszystkie informacje o aperturach, tworzy wzorcową, teoretyczną płytkę golden board, łącznie z wyliczoną wysokością depozytu pasty na podstawie grubości szablonu. W programie sterującym działaniem systemu kontrolnego można zdefiniować szereg parametrów inspekcyjnych, zawierających dopuszczalne odchylenia.

Typowym zestawem startowym dla parametrów granicznych jest minimum 50% i 150% maksimum wysokości szablonu, kalkulacji objętości i 50% przesunięcia pomiędzy środkami pasty i padu. W celu inspekcji jakości drukowania, system skanuje płytki z nadrukowaną pastą i tworzy dodatkowy model. Około 20 sekund zajmuje odczyt ponad 10 000 depozytów, stworzenie modeli i porównanie objętości i lokalizacji mierzonych depozytów. Jeżeli wszystkie depozyty będą zgodne z założonymi kryteriami, system przystępuje automatycznie do kontroli kolejnej płytki. Jednakże w przypadku wystąpienia depozytów niespełniających założonych kryteriów, urządzenie sygnalizuje błąd i informuje operatora o znalezionych problemach. Przyczyną wstrzymania kontroli nie musi być koniecznie niedobór pasty

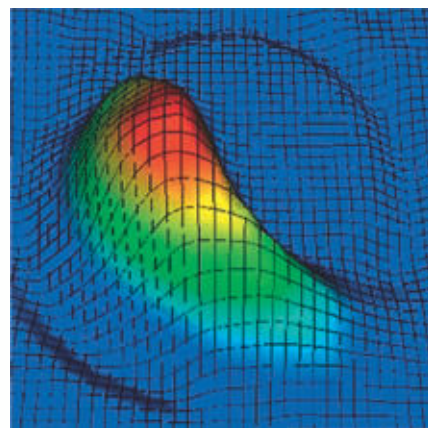


Rys. 3. Elementy depozytu pasty lutowniczej mierzone za pomocą przesunięcia fazowego

lub słaba jakość nadruku – może to być wskazanie zbyt dużej liczby zmian parametrów na płytkach, takich jak rozmiary obwodów, lokalizacja i rozmiar padów, zmiany w solder masce.

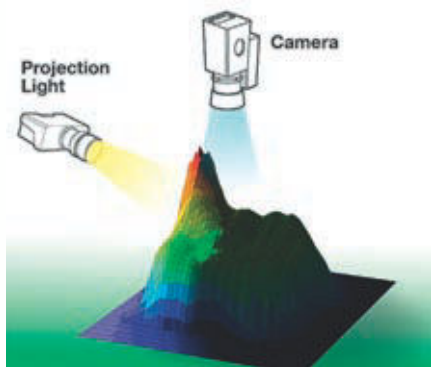
Podsumowując, można powiedzieć, że inspekcja zakończona niepowodzeniem może być spowodowana złym nadrukiem lub też znacznymi zmianami na samej płytce i aby rozpoznać przyczynę, operatorzy mogą uruchomić test, ponownie resetując ustawienia płaszczyzny. Jeżeli weryfikacja zakończy się sukcesem – płytka wraca na produkcję, jeżeli nie, to nadruk pasty zostaje zmyty.

Jak dużo błędów nadrukowywania pasty jest wykrywanych? Zależy to od wykonywanego produktu. Rysunek 5 pokazuje odsetek usuwanych nadruków po obu stronach przykładowej płytki. Mniej skomplikowana dolna strona podczas kontroli charakteryzuje się stopą błędów wynoszącą 1–2%. Znacznie bardziej

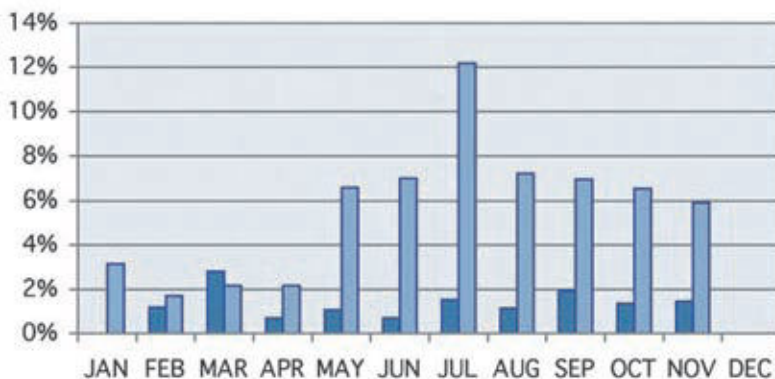


Rys. 4. Model 3D mierzonego depozytu – wygenerowany przez komputer

złożona górna warstwa PCB ma około 6 do 7% błędów nałożenia pasty w zakresie aktualnej produkcji, przy 12-procentowym maksymalnym skoku błędów w jednym miesiącu. Gdyby wszystkie wyłapane błędy nie zostały poprawio-



Rys. 2. Diagram przesunięcia interferencyjnego



Rys. 5. Procentowe ujęcie błędów usuniętych z linii produkcyjnej

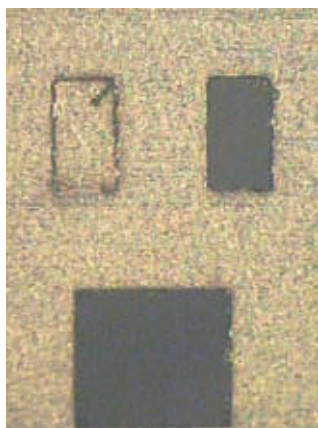
ne, to prawdopodobnie wygenerowałyby niesamowite problemy i były źródłem poważnych kłopotów. Wylutowanie i naprawa układów BGA i QFN jest kosztowna i ryzykowna, a co więcej polityka zarządzania produkcją niektórych firm nie pozwala na taki serwis i w przypadku firmy Vicor – takie płytki są złomowane. W takim przypadku niezbędne jest wyłapanie błędów, jeszcze zanim powstaną.

Jak wygląda sterowanie procesem?

Procedury operacyjne związane z realizowanym procesem są powiązane z występującymi błędami. Jeżeli zostanie odnotowane wystąpienie kolejno trzech rzeczywistych błędów – proces jest wstrzymywany i zostaje wezwany zespół specjalistów w celu znalezienia źródła problemu. Co ciekawe, procedury kontroli jakości nie wymagają potwierdzania zaistnienia problemów lub nie ze strony pracowników – rezultat jest oparty tylko i wyłącznie na wskazaniach maszyny, gdyż jest ona o wiele dokładniejsza od ludzkiego oka i nie ma najmniejszego sensu opierać się w tym przypadku na dodatkowej opinii operatora, dodatkowo wydłużając proces i zwiększając koszty.

Po stronie przygotowania produkcji technolog ma do dyspozycji szereg narzędzi związanych z kwalifikacją (przygotowaniem) szablonu (rys. 6), charakteryzującą efektywności pasty lutowniczej, przygotowaniem i anali-

zacji kilku scenariuszy drukowania. Generowane przez wymienione narzędzia dane pozwalają dobrze zrozumieć wpływ dostawców szablonów, producentów pasty na jakość i koszty w produkcji.



Rys. 6. Niewłaściwie wycięty szablon

Korzyści

Dla firmy Vicor zysk z produkcji wzrósł o 3% po wdrożeniu opisanego systemu kontroli jakości pasty – jest to związane ze znaczną i zauważalną obniżką kosztów. Dodatkowo zredukowano opłaty związane z utylizacją

i, materiałów i koszt wyrzucanych elementów. Firma zoptymalizowała także przy okazji zmiany urządzenia cały proces produkcji, co zaowocowało zwiększeniem jej przepustowości, eliminacją błędów drukowania i konieczności czyszczenia płytek. Dodatkowo wprowadzono ulepszone procedury ustawiania drukarek – w oparciu o dokładną analizę danych z urządzenia SPI, która odnosi się do wszystkich elementów mających wpływ na jakość nadruku pasty.

Są firmy, w których testowanie wciąż kojarzy się z kosztem, a nie profitem, a problemy są rozwiązywane przez środki zaradcze, a nie bezpośrednio usuwane. Pozostaje mieć nadzieję, że rozwój globalnej gospodarki wymusi na wszystkich zmianę takiego sposobu myślenia i każda firma będzie zainteresowana każdą szansą na obniżenie kosztów produkcji i wzrost jakości procesu.

Dane kontaktowe

PB Technik Sp. z o.o., ul. Zwoleńska 45, 04-761 Warszawa
tel. 22 615 83 44, 615 81 90, 615 81 99
faks 22 615 83 45, info@pbtechnik.com.pl

Informator Rynkowy Elektroniki®

- Kompleksowe dane dotyczące dostawców produktów i oferowanych usług
- Indeksy ułatwiające wyszukiwanie produktów, rozwiązań i kontrahentów
- Jedyne tak kompleksowe źródło informacji o branży elektroniki
- Wnikliwe analizy sektorów polskiego rynku



**Zapraszamy
do edycji IRE 2013**