

# Powiększenie

*Żeby wyrazić podziw dla perfekcji wykonania miniaturowego, precyzyjnego urządzenia, mówimy nadal „zegarmistrzowska robota“, chociaż już od dawna w wielu dziedzinach techniki stosuje się technologie wymagające nieporównywalnie większej precyzji. Co nieco informacji na ich temat podajemy w artykule.*

## Narzędzia dla nowoczesnej elektroniki

We współczesnej elektronice owej zegarmistrzowskiej precyzji wymaga m.in. montaż, zwłaszcza elementów SMD (Surface Mounted Device), w obudowach BGA (Ball Grid Array). Zegarmistrz kojarzy się z człowiekiem z charakterystyczną lupą przy oku. Zobaczmy zatem, jakie przyrządy do obserwacji elementów podczas montażu/demontażu oraz sprawdzania (inspekcji) oferują specjalistyczne firmy elektroników.

Szeroki zakres zastosowań - zarówno jeśli chodzi o wypełnianie zadania, jak i cechy obsługiwanych układów - wymusza dużą różnorodność dostępnych urządzeń: od stosunkowo prostych przyrządów optycznych, jakimi są lupy, do stoso-

wanych w produkcji wielkoseryjnej systemów AOI (Automated Optical Inspection) czy systemów wykorzystujących promieniowanie rentgenowskie.

Wybór urządzenia, z myślą o konkretnym zastosowaniu, musi uwzględniać wiele parametrów i czynników, głównie technicznych, ale także ergonomicznych i ekonomicznych.

Decydujące znaczenie mają cechy procesu oraz samych układów - z nich wypływają oczekiwania m.in. dotyczące żądanej wartości powiększenia i dokładności, a także dodatkowych możliwości jak np.:

- widzenie stereoskopowe,
- obserwacja z różnych kierunków,
- duży zakres manipulacji układem, bez pogarszania warunków obserwacji,
- dokonywanie pomiarów,
- obserwacja przeprowadzanych czynności montażu/demontażu w czasie rzeczywistym,
- współpraca z urządzeniami rejestrującymi (kamery, aparaty fotograficzne),
- przetwarzanie danych i archiwizacja,
- automatyzacja procesu, w tym przekazywanie opracowanej informacji zwrotnej, np. do urządzeń pozycjonujących.

Ważne jest, aby dany przyrząd charakteryzował się niezbędną elastycznością w ramach swego przeznaczenia, zwiększającą możliwości przystosowania do konkretnych wymagań technologicznych. Zatem po kolei.

### Lupy

Możliwości, jakie wynikają z zastosowania lupy, ilustruje oferta firmy Luxo. Trzy podstawowe modele wyposażono w soczewki 3...6 dioptrii oraz - opcjonalnie - w soczewki dodatkowe pozwalające na uzyskanie łącznej wartości powiększenia od



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3

175 do 450%. Są to przyrządy wyposażone we własne źródła światła. Model *Wave* (fot. 1) z prostokątną szklaną soczewką o wymiarach 175x108 mm ma dwie symetrycznie rozmieszczone świetlówki. Gdy włączona jest jedna z nich, uzyskuje się wrażenie obrazu trójwymiarowego, natomiast włączenie obu daje oświetlenie bezcieniowe. Łatwe operowanie lupą zapewnia jeden z dwóch dostępnych wysięgników o długości 700 lub 940 mm.

Podobne możliwości funkcjonalne oferują lupy modeli LFM-101 z okrągłą soczewką szklaną o średnicy 127 mm oraz *Magnifique*, z prostokątną soczewką akrylową. Mają one pojedyncze, energooszczędne źródła światła. Lupa *Magnifique* umożliwia regulację kierunku strumienia światła. Wszystkie lupy firmy Luxo są wyposażone w osłony chroniące przed kurzem i zabezpieczenie przed przypadkowymi skutkami działania soczewki skupiającej.

### Systemy wizyjne

Przykładami zaawansowanych rozwiązań urządzeń optoelektronicznych, łączących cechy i zalety mikroskopów i monitorów, są systemy wizyjne firmy Vision. Montaż/demontaż PCB, naprawy i inspekcja, to przykłady zastosowania w elektronice systemu Mantis (fot. 2). Umożliwia on obserwację przedmiotu na stosunkowo dużym ekranie. Ma to niebagatelne znaczenie dla komfortu pracy operatora:

- po pierwsze - pozwala na wybranie optymalnej pozycji, umożliwiającej równoczesne prowadzenie obserwacji i manipulowanie obiektem lub narzędziami,
- po drugie - nie wymaga męczącej adaptacji wzroku przy wielokrotnie powtarzających się przejściach od obserwacji obiektu i pola roboczego np. do wyboru i przygotowania narzędzia. Duża odległość obiektu od obserwowanego

przedmiotu zapewnia swobodny dostęp do niego i ułatwia przeprowadzenie czynności np. lutowania. W wersji FX dostępna jest podstawa z ruchomą platformą i dodatkowym podświetleniem. Mantis zapewnia wysoką rozdzielczość obrazu, a osiągalne powiększenia wynoszą standardowo 2x i 4x, a opcjonalnie - 6x, 8x, i 10x.

Rzeczywisty obraz stereo, znacznie wyższe wartości powiększeń (nawet do 160x) oraz szerszy zakres możliwości obserwacji zapewnia stereodynskopowy system LYNX. Można tu korzystać z różnych obiektywów i przystawek zwielokrotniających powiększenie. Obiekt może być widziany pod kątem 34° z dowolnie wybranego kierunku. System posiada silne źródło światła, charakteryzujące się bardzo dobrą rozdzielczością i doskonałym odwzorowaniem barw. Zintegrowana kamera cyfrowa umożliwia rejestrację obrazów w celu ich późniejszej analizy, przetwarzania lub archiwizowania.

Powstały na bazie LYNX system VS8 (fot. 3) wyposażono w dużą platformę (stół indeksowy z uchwytem do szybkiego mocowania) do precyzyjnej inspekcji montażu powierzchniowego (SMT). Opcjonalnie jest oferowany stół z odciągaczem dymów i oparów powstających podczas montażu/demontażu.

Zalety techniczne i użytkowe systemów LYNX/VS8 są doceniane przez renomowanych producentów sprzętu elektronicznego. Między innymi używa ich Motorola przy produkcji telefonów GSM.

Z urządzeń Vision, oferujących duże powiększenia przy zachowaniu wysokiej rozdzielczości, zapewniających duży komfort pracy, umożliwiających także współpracę z aparatami fotograficznymi i kamerami, należy jeszcze wymienić: stereoskop ALPHA oraz przystawkę do mikroskopów okularowych - ISIS. Ta ostatnia zwiększa komfort użytkownika, dzięki poszerzeniu pola obserwacji i umożliwia pracę w okularach korekcyjnych. Ponadto pozwala na zwielokrotnienie powiększenia podstawowego w zakresie od 8x do 20x.

### Pomiary bezkontaktowe

Zakres kontroli przebiegu procesu, a zwłaszcza zakres inspekcji, może być różny, w zależności od etapu (badania prototypu, produkcja, serwis lub inne), na którym operacja jest przeprowadzana, wymaganych

dokładności czy rodzaju sprawdzanych cech lub parametrów. Tam, gdzie najdokładniejsze nawet oględziny okazują się niewystarczające, trzeba dokonywać pomiarów. Do przeprowadzania bezkontaktowych pomiarów o dużej dokładności Vision opracował 4 dynaskopy, a właściwie kompletne stanowiska pomiarowe zbudowane w oparciu o te przyrządy.

*Workshop Dynascope* (pomiar dwuwymiarowe XY) oferuje maksymalne powiększenie do 100x i dokładność do 15  $\mu$ m. Bezcieniowe oświetlenie, ruchoma platforma 150x150 mm i możliwość współpracy z aparatem cyfrowym lub kamerą, to kolejne ważne cechy tego urządzenia.

*Ultra, 5D* (fot. 4) i *5E*, to systemy pozwalające na dokonywanie pomiarów przestrzennych (XYZ) z maksymalnymi powiększeniami odpowiednio: x100, x200 i x1000. Osiągane dokładności wynoszą 5  $\mu$ m dla *Ultra* i 2  $\mu$ m dla pozostałych. Platformy są sterowane ręcznie lub za pomocą silnika. Dostępne są platformy w różnych wymiarach: od 150x150 mm do 400x400 mm.

Przeprowadzanie pomiarów i przetwarzanie danych odbywa się z wykorzystaniem mikroprocesora. Uzyskane dane mogą być archiwizowane, a obrazy rejestrowane aparatem cyfrowym lub za pomocą kamery.

### X-ray

Osiągnięcie dużych powiększeń o wysokiej rozdzielczości nie zawsze wystarcza do pozyskania koniecznych danych - bywa, że badany obiekt jest zasłonięty i po prostu niewidoczny. Tak jest z punktami lutowaniczymi układów BGA, których wyprowadzenia, w liczbie



Fot. 4



Fot. 5

do kilku tysięcy, znajdują się pod obudową układu. Wąska szczelina, jaka pozostaje po montażu między dolną powierzchnią elementu BGA a powierzchnią płyty, pozwala na oglądanie połączeń lutowanych jedynie przy użyciu endoskopów. Aby móc zebrać w polu widzenia wszystkie punkty, trzeba zastosować powszechnie stosowaną i efektywną metodę wizualizacji opartą na wykorzystaniu promieniowania rentgenowskiego (*X-ray*).

Połączenia obserwuje się na ekranie monitora jako równomiernie rozłożone czarne kropki. Można obserwować całość, a można też skoncentrować uwagę na poszczególnych obszarach czy punktach. Stopień zaciemnienia zależy od grubości materiału (tutaj - spoiwa), którą pokonują promienie - dlatego z gradacji szarości można czerpać informację zarówno o jakości poszczególnych punktów lutowanych, jak i o obecności mostków (zwarć) czy odkształceń obudowy BGA lub powierzchni płytki. Na przykład brak połączenia jest widoczny jako wyraźnie jaśniejszy punkt otoczony jednakowymi, niemal czarnymi punktami. Nato-

miast stopniowe rozjaśnianie punktów od krawędzi układu w kierunku środka jego obudowy, przy zwiększającej się średnicy, świadczy o nierównoległości powierzchni BGA i płytki, wskazującej na odkształcenia (w tym wypadku - obniżenie środka obudowy).

Przykładowym urządzeniem pozwalającym na pomiary w czasie rzeczywistym z dokładnością do 25  $\mu\text{m}$  jest aparat rentgenowski PACE XR-2000 (fot. 5). Jego cenną zaletą są stosunkowo niewielkie gabaryty, pozwalające na zastosowanie w systemach takich jak TF-2000 (patrz EP9/02). Dane związane ze zobrazowaniem badanego obszaru można oczywiście rejestrować, przetwarzać i archiwizować do celów dokumentacyjnych, porównawczych itd.

To już jednak pole działania innych urządzeń i specjalistycznego oprogramowania.

**Marek Kalasiński**

#### Dodatkowe informacje

Więcej informacji można uzyskać w firmie Renex, tel. (54) 231-10-05, [www.renex.com.pl](http://www.renex.com.pl).