

## Od autora

Współczesna elektronika wymusza stosowanie coraz bardziej wyrafinowanych podzespołów, które – ze względu na złożoność realizowanych zadań – mają coraz więcej, coraz mniejszych wyprowadzeń. Do ich montażu niezbędne są więc coraz bardziej zaawansowane technologie i oczywiście odpowiednie narzędzia, które z coraz większą uwagą należy dobierać do poszczególnych zadań. Dynamiczny rozwój elektroniki odciska swoje piętno także na technologiach produkcji i sposobach projektowania obwodów drukowanych, których precyzja wykonania osiąga wartości niewyobrażalne jeszcze kilkanaście lat temu.

W książce przedstawiono i omówiono większość zagadnień konstrukcyjnych, istotnych dla współczesnych projektantów urządzeń elektronicznych. Szczególnie wiele miejsca przeznaczono na omówienie zagadnień związanych z nowoczesnymi podzespołami SMD (w tym ich montażem) oraz problemami związanymi z wdrażaniem technologii bezołowiowych.

W rozdziale 2 podano koncepcję modułowej budowy urządzeń elektronicznych. Chociaż to podejście może wydawać się nieco na wyrost, to jednak pokazanie takiej koncepcji konstruowania urządzeń elektronicznych i na tym tle przedstawienie podstawowych zasad, o jakich należy pamiętać przy projektowaniu, a potem wytwarzaniu poszczególnych modułów, może być przydatne dla każdego konstruktora i technologa, w zakładzie produkującym urządzenia elektroniczne. W rozdziale 3 przedstawiono ogólną koncepcję formowania połączeń elektrycznych na różnych poziomach montażu. Wymieniono i krótko opisano poszczególne techniki formowania połączeń stałych i rozłączalnych w sprzęcie. Kolejne rozdziały poświęcono elementom konstrukcyjnym modułu podstawowego (podzespołom elektronicznym i płytkom obwodów drukowanych) oraz zasadom projektowania płytek drukowanych w technice montażu przewlekane i powierzchniowe. W rozdziałach 8 i 9 skupiono się na materiałach i sposobach lutowania stosowanych w montażu obwodów drukowanych. Zwrócono szczególną uwagę na aspekty wdrożenia bezołowiowych technik montażu i związane z tym problemy doboru materiałów i koniecznych zmian w sposobie lutowania. Ostatnie rozdziały poświęcono zagadnieniom związanym z testowaniem i naprawami obwodów drukowanych.

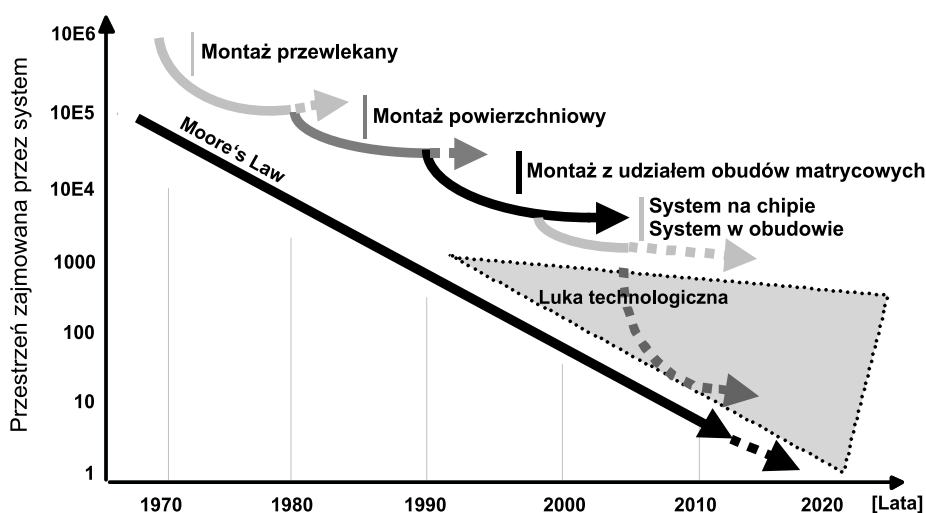
## Wprowadzenie

Wprowadźmy najpierw ogólne pojęcie urządzenia elektronicznego (UE). UE jest to zbiór elementów elektronicznych i uzupełniających; elektrycznych i mechanicznych, których łącznym działaniem jest realizacja z góry założonych funkcji w sposób typowo elektroniczny. Elementy elektroniczne to takie elementy, których działanie opiera się na zjawiskach elektronowych. Zjawiska te mogą zachodzić w próżni (np. lampy elektronowe) lub w ciele stałym (np. tranzystory czy układy scalone). Często elementami elektronicznymi nazywamy inne elementy urządzeń, które wykorzystują zjawiska elektryczne i magnetyczne, np. filtry pasmowe czy głośniki. Przykładem elementu uzupełniającego może być rezystor lub kondensator. W praktyce konstruowania UE bardzo często wykorzystujemy elementy mechaniczne. Są one niezbędne do nadania odpowiedniej formy UE. Każde bowiem urządzenie musi mieć odpowiedni kształt zewnętrzny (obudowę), który umożliwia jego wykorzystanie w prze-

widzianych warunkach środowiskowych. Zadaniem obudowy jest elektryczna integracja elementów elektronicznych i elektrycznych w taki sposób, aby urządzenie mogło spełniać przewidzianą dla niego funkcję. O funkcji UE możemy powiedzieć, że jest ona wyznaczana przez wspólne działanie zbioru elementów należących do tego urządzenia oraz sprzężeń między nimi, a także przez łączne działanie sprzężeń urządzenia z jego otoczeniem. Działanie elementów i sprzężeń między nimi oraz działanie sprzężeń z otoczeniem decyduje o działaniu urządzenia.

Wyrób elektroniczny składa się z jednego lub kilku elementów półprzewodnikowych, które są połączone z elementami biernymi zwykle na płycie drukowanej, która scala całość w pewien system i wykorzystuje do tego specyficzne sposoby montażu. Taka całość realizuje wszystkie funkcje, które musi spełniać wyrób elektroniczny. Te funkcje mogą być realizowane w sposób typowo elektroniczny, analogowo lub cyfrowo, ale całość dodatkowo musi spełniać wymogi mechaniczne lub środowiskowe. To wszystko oznacza, że do zapewnienia poprawnego działania obudowa musi spełniać co najmniej pięć podstawowych funkcji:

- umożliwić dostarczenie mocy do wszystkich funkcjonalnych elementów wewnątrz obudowy,
- pozwalać na wprowadzenie sygnałów do jej wnętrza, a także na ich dystrybucję wewnątrz oraz na wyprowadzanie użytecznych informacji lub sygnałów na zewnątrz,
- umożliwiać odbieranie ciepła od elementów je wydzielających oraz wyprowadzać ciepło na zewnątrz obudowy,
- zabezpieczać pracujące wewnątrz obudowy podzespoły przed niekorzystnym oddziaływaniem z otoczenia, a także zapobiegać, aby zakłócenia mogące powstać w trakcie działania układów wewnątrz nie przedostały się na sąsiednie elementy lub na zewnątrz obudowy,
- umożliwić testowanie układów funkcjonalnych wewnątrz obudowy.



Rys. 1.1. Historia rozwoju technik montażu

Swego rodzaju wyzwaniem jest, aby jednoczesna realizacja wymienionych funkcji obudowy mogła odbyć się możliwie małym kosztem, a całość funkcjonowała poprawnie jak najdłużej.

Jednym z największych wyzwań stojących przed obudowami systemów elektronicznych to ciągle rosnąca gęstość montażu i wzrost funkcjonalności z objętości (powierzchni) podzespołów. Przewodzi w tym przemysł półprzewodnikowy, który wytwarza struktury półprzewodnikowe o coraz mniejszym wymiarze charakterystycznym. Pozwala to na otrzymywanie coraz bardziej funkcjonalnych i coraz mniejszych układów scalonych (**rysunek 1.1**). Zmieniają się materiały i techniki pozwalające na łączenie w funkcjonalną całość złożonych systemów mikroelektronicznych. W latach 70. dominowała technika montażu przewlekanego. Na początku lat 80. pojawiła się technika montażu powierzchniowego. Jej wprowadzenie było konsekwencją upowszechnienia się w tym czasie techniki układów hybrydowych (cienko- i grubowarstwowych) w produkcji sprzętu militarnego. Od połowy lat 80. stosowanie techniki montażu powierzchniowego staje się coraz powszechniejsze za sprawą dostępności nowej generacji podzespołów i urządzeń technologicznych. Konieczność likwidowania narastającej luki technologicznej między możliwościami przemysłu półprzewodnikowego i aktualnie stosowanymi technikami montażu wymusza dalszy rozwój techniki montażu powierzchniowego. Zmieniają się generacje podzespołów z powierzchniowych na tzw. matrycowe. Rozwój systemów mikroelektronicznych wymaga ciągłego rozwoju podłoży, na których są one montowane, tj. płytek obwodów drukowanych. Obecne rozwiązania płytek ograniczają w znacznym stopniu wykorzystanie nowych podzespołów do budowy w sposób efektywny zaawansowanych systemów elektronicznych. W szczególności dotyczy to ograniczeń w zakresie możliwości zwiększenia gęstości upakowania połączeń wzajemnych na płytkach wymaganych przy montażu podzespołów typu BGA czy CSP. Pojawia się konieczność stosowania płytek drukowanych wielowarstwowych o dużej gęstości montażu z mikrootworami i wbudowanymi w nie podzespołami biernymi a nawet optoelektronicznymi.