

Projektowanie płytek PCB

O czym należy pamiętać przy montażu automatycznym

Projektowanie płytek drukowanych jest trudnym zadaniem. Nawet niewielkim projektom należy poświęcić sporo uwagi i czasu, aby optymalnie rozplanować połączenia i ułożenie elementów na płycie. Chociaż o projektowaniu płytek PCB można napisać grubą książkę, to w notatniku konstruktora przedstawiamy wskazówki, o których należy pamiętać podczas projektowania obwodów drukowanych przeznaczonych do montażu w specjalistycznym zakładzie produkcyjnym.

Podczas projektowania płytek PCB należy pamiętać o takich podstawowych sprawach jak dobranie odpowiedniej szerokości ścieżki w zależności od wartości prądu jaki ma przez nią przepływać, zachowanie odstępów pomiędzy elementami, unikanie kątów prostych w prowadzeniu ścieżek czy też o umieszczaniu elementów w węzłach siatki. Dobrze jest też zaplanować odpowiednią powierzchnię radiatora (warstwy miedzi pełniące tę funkcję), aby elementy zbyt nie się nagrzewały. Podobnych zaleceń jest sporo i z pewnością w tym artykule nie omówimy wyczerpująco wszystkich zagadnień.

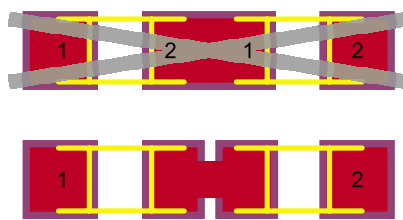
Przy produkcji automatycznej należy uwzględnić możliwości i wymogi danego zakładu produkcyjnego. O wpływie procesu produkcyjnego na projektowanie płytek PCB piszemy w dalszej części artykułu.

Elementy do montażu powierzchniowego

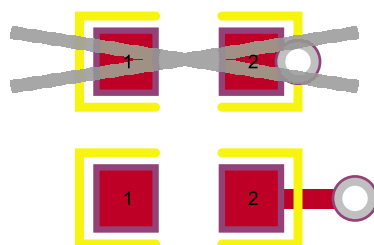
Elementy do montażu powierzchniowego (SMD - *Surface Mount Device* lub SMT - *Surface Mount Technology*) odznaczają się mniejszymi wymiarami niż tradycyjne elementy do montażu przewlekane. Sprzyja to większemu upakowaniu elementów i zmniejszeniu wymiarów płytki PCB, jednak miniaturowe elementy i ich wymagania w procesie lutowania, mogą one sprawiać problemy podczas montażu.

Dość oczywistym stwierdzeniem jest, że pady pod elementy powinny mieć „odpowiednie” wymiary. Odpowiednie – czyli ani za małe, ani za duże. Za małe mogą być powodem złego mocowania elementu, natomiast za duże mogą doprowadzić do niekontrolowanego rozplływania się cyny po płycie PCB podczas lutowania.

Aby nie dochodziło do niekontrolowanego rozplływania cyny, każdy pad powinien być oddzielony od sąsiedniego warstwą maski nawet jeśli są bardzo blisko siebie (rys. 1). Unikniemy



Rys. 1. Umieszczanie elementów SMD blisko siebie



Rys. 2. Prawidłowe umieszczenie przelotki w pobliżu elementów SMD

dzięki temu również problemu „cieniowania”, czyli zasłaniania się elementów przy lutowaniu na fali.

Jeżeli pady elementów znajdują się w sąsiedztwie metalizowanego otworu (przelotki), to nie należy umieszczać go częściowo na padzie (rys. 2). Podczas montażu elementu SMD, obok którego zbyt blisko jest umieszczony otwór, cyna wlewa się do niego i tylko mała jej część pozostaje na padzie. Może to prowadzić do powstawania połączeń lutowanych o zmniejszonej wytrzymałości mechanicznej. Zapamiętajmy: umieszczanie niezamaskowanych przelotek przy padach powoduje zasysanie przez nie cyny.

W przypadku, gdy element SMD znajduje się blisko dużego pola miedzi (np. masy lub radiatora) trzeba stosować przewężenia (rys. 3), połączenia promieniste itp. Powoduje to lepsze przyłutowanie elementu – ciepło nie jest odprowadzane z padu, dlatego cyna może być lepiej podgrzana.

Przy projektowaniu płytek PCB należy pamiętać o prawidłowym rozmieszczeniu elementów ze względu na wydzielanie ciepła. Jeśli na płycie elementy o dużej pojemności cieplnej są położone blisko siebie na niewielkim obszarze, może to spowodować, że pasta lutownicza w tym obszarze nie będzie przetopiona. Aby temu zapobiec, można próbować zwiększać temperaturę lutowania. Może to jednak prowadzić do zbyt szybkiego odparowania topnika w obszarach płytki o mniejszej pojemności cieplnej, co z kolei może być powodem słabego przyłutowania tych elementów wskutek braku lub słabej zwilżalności padów.

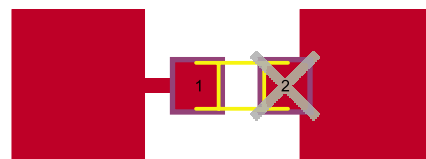
Przy montażu układów na klej należy uwzględnić odpowiedni rozstaw padów, gdyż zbyt mały może prowadzić do naniesienia części kleju na pady. Pady powinny być odrobinę większe tak, aby przy lutowaniu na fali zapewnić właściwy i pełny rozplływ lutowni.

Przy lutowaniu na fali należy uwzględnić kierunek przemieszczania płytki względem fali. Układy scalone powinny być zorientowane w tym samym kierunku, a ich dłuższa oś symetrii pokrywać się z kierunkiem transportu płytki w fali (rys. 4a). Układy obrócone o 90° mogą powodować cieniowanie (zakrywanie innych elementów) i niewłaściwe lutowanie drugiego rzędu nóżek lub następnego układu (rys. 4b).

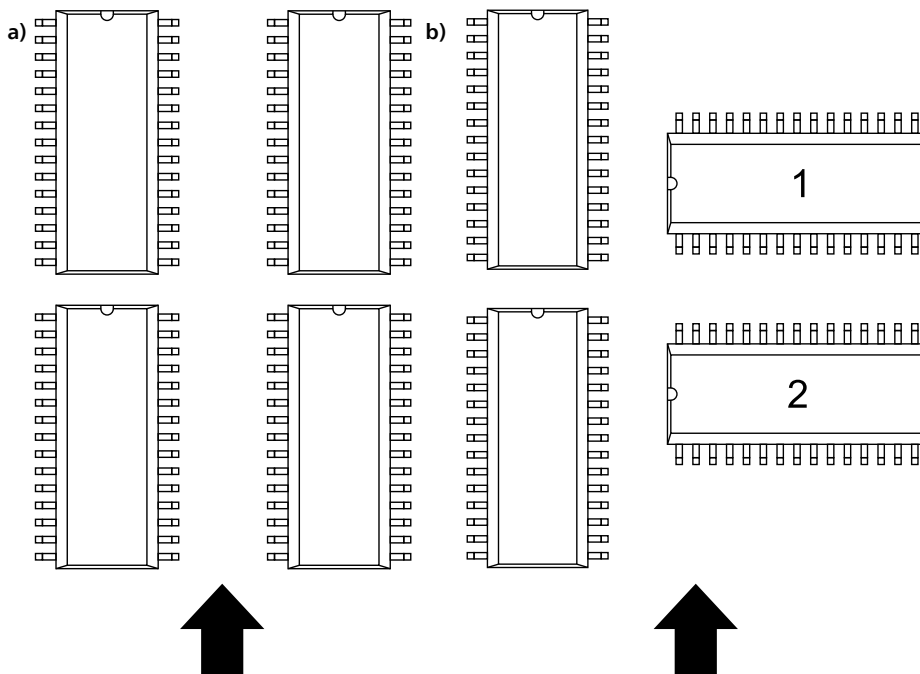
Przy układach scalonych w obudowach typu QFP lub podobnych, należy również stosować „łapacze (pułapki) cyny”. Są to dodatkowe pady, które mają zapobiegać powstawaniu zwarć na tych elementach.

Elementy THT i montaż mieszany

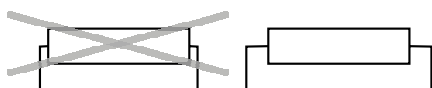
W przypadku elementów przewlekanych (THT - *Through-Hole Technology*) bardzo ważną sprawą jest średnica otworów. Musi ona być oczywiście większa niż średnica wyprowadzenia elementu, ale odpowiednio dobrana. W przeciwnym przypadku trudno jest włożyć wyprowadzenia elementu w otwór, co może spowodować wydłużenie czasu montażu.



Rys. 3. Dołączenie padu do dużego pola cyny



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów do lutowaniu na fali a) prawidłowo, b) niepoprawnie



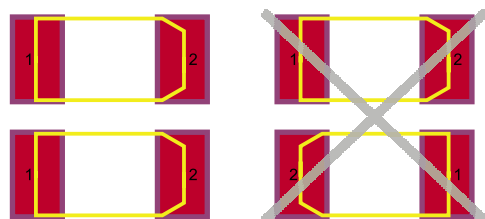
Rys. 5. Zalecane rozstawy wyprowadzeń elementów osiowych

Podczas projektowania należy też uwzględnić rozstawienie wyprowadzeń elementów (np. tranzystorów), aby nie trzeba było niepotrzebnie wyginać ich. W przypadku montażu elementów osiowych takich, jak rezystory, zbyt wąski rozstaw otworów może spowodować uszkodzenie elementu (rys. 5).

Przy montażu mieszanym THT i SMD nie należy ustawiać niskich elementów (np. w obudowach 0603) obok wysokich takich, jak duże diody w obudowie SMC. W technice lutowania na fali duży element może zasłonić mniejszy i nie zostanie on przylutowany (efekt „cienio-wania”).

Projekt płytki do montażu automatycznego

Przy projektowaniu płytek PCB do montażu automatycznego należy przede wszystkim uwzględnić możliwości oraz wymagania zakładu produkcyjnego. Co prawda pewne wymagania zależą od dostępnego w zakładzie sprzętu montażowego, lecz niektóre wskazówki są dosyć uniwersalne.



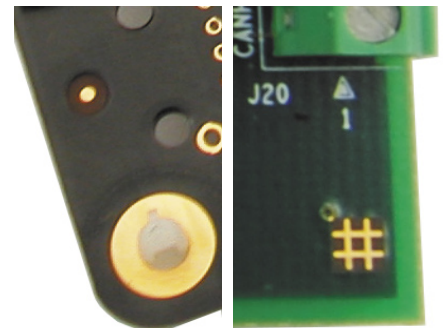
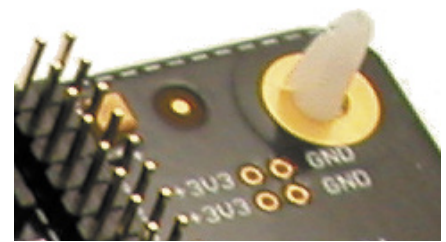
Rys. 6. Sposób układania elementów mających wyróżnione orientowanie

Elementy, które mają znaki orientujące (rys. 6) najlepiej jest układać jednakowo, aby głowica układająca elementy wykonywała mniej ruchów (nie wymaga obrotu) i tym samym montaż płytki odbywał się szybciej. Elementy symetryczne (bez znaków orientujących) dobrze jest układać wzdłuż tej samej osi.

Elementy nie powinny być umieszczane zbyt blisko lub na samej krawędzi płytki. Umieszczenie elementów zbyt blisko krawędzi może powodować ich uszkodzenie przez nóż wycinający formatkę. Nawet jeśli nóż nie zahaczy o element, to jest możliwe, że od miejscowego naprężenia powstanie mikropęknięcie w elemencie (laminat jest bardziej elastyczny od elementów elektronicznych). Należy też dążyć do stosowania jak najmniejszej liczby różnych wartości elementów pasywnych (np. rezystorów), gdyż przyspiesza to montaż.

W wielu firmach montażowych wymagane jest, aby formatka miała marginesy w celu jej zamocowania. Ważne jest umieszczenie punktów odniesienia (znaków bazowych, tzw. *fiducial*), bez których nie można ustawić maszyny (współrzędne położenia elementów są obliczane względem tych punktów). Punkty odniesienia mogą występować w postaci okręgu, kwadratu lub krzyża – fot. 7.

Znaki bazowe nie mogą być położone zbyt blisko padów oraz krawędzi płytki. *Fiducial* umieszczony zbyt blisko padów może nie być rozpoznawany przez automat, gdyż może on błędnie odczytać pad jako znak bazowy. Natomiast *fiducial* umieszczony zbyt blisko krawędzi formatki, może być częściowo zasłonięty przez klamry mocujące płytki w transporterze automatu. Przy elementach wymagających precyzyjnego montażu (*fine pitch*) należy uwzględnić miejscowe *fiduciale* – fot. 8.

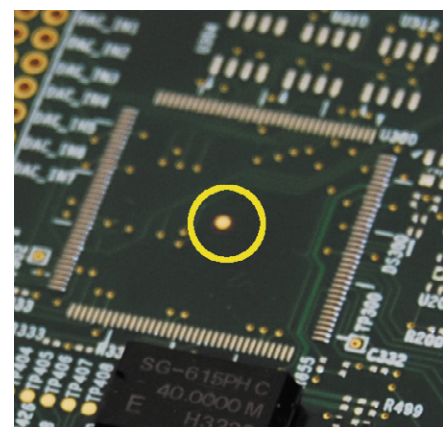


Fot. 7. Różne warianty znaków bazowych

Podsumowanie

Przedstawione w artykule wskazówki i zalecenia pozwolą doskonalić skomplikowaną sztukę, jaką jest projektowanie płytek drukowanych. Zwróciliśmy uwagę na te aspekty procesu projektowego, które są szczególnie istotne tak, aby produkcja i montaż płytek PCB przebiegały pomyślnie. Za pomoc w przygotowaniu artykułu dziękujemy inżynierowi z firmy Sowar.

Maciej Gołaszewski, EP
 maciej.golaszewski@ep.com.pl



Fot. 8. Znak bazowy przy elemencie typu *fine pitch*