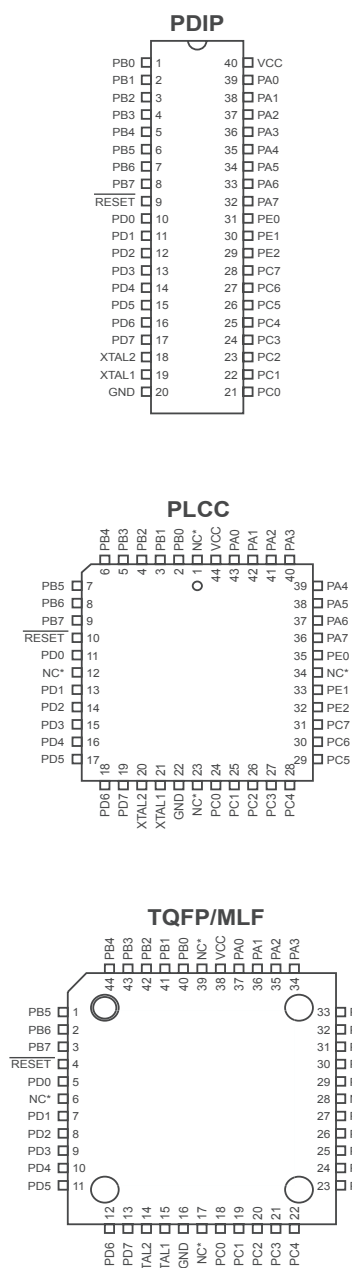


Montaż elementów SMD, część 3

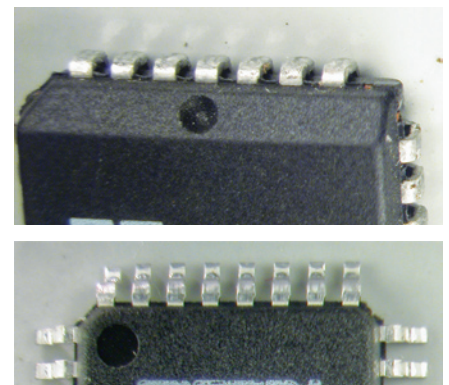
Obudowy układów scalonych

Przystępując do prezentacji obudów układów scalonych warto na wstępie poświęcić kilka słów sposobom numeracji wyprowadzeń. Powszechnie stosowaną praktyką stało się oferowanie układów scalonych jednocześnie w kilku rodzajach obudów. Mimo różnych form zewnętrznych, dany typ układu zawiera zazwyczaj takie same struktury. Wynika to z faktu, że produkcja kilku identycznych funkcjonalnie chipów, różniących się jedynie topografią, nie miałaby uzasadnienia ekonomicznego. Każdy typ obudowy narzuca przy tym określoną orientację struktury i lokalizację wyprowadzenia nr 1, skutkiem czego poszczególne wersje tego samego układu, zachowując ogólny porządek wyprowadzeń różnią się ich numeracją. Posłużmy się przykładem procesora ATmega8515 oferowanego w czterech wersjach obudów: DIP40, PLCC44, TQFP44 i MLF44 (rys. 35). W tym typie mikromontażu, drutowe połączenia (*bonding*) między polami kontaktowymi, a ażurem obudowy nie mogą się krzyżować, zatem kolejność pól kontaktowych krzemowego chipu determinuje również porządek zewnętrznych wyprowadzeń. W przypadku DIP40 każdemu z czterdziestu pól struktury odpowiada jedno wyprowadzenie obudowy, numerowane w kierunku przeciwnym do kierunku zegara począwszy od lewego, górnego narożnika – czyli w sposób typowy dla obudów DIP, a w dziedzinie SMD także dla obudów SOIC i SOP. Ta sama struktura zamontowana w PLCC44 zachowuje zbliżoną numerację. Jednak PLCC44 w porównaniu z DIP40 oferuje dodatkowe 4 nóżki, w naszym przykładzie pozostawione bez połączenia (*N.C.*), niemniej często zagospodarowywane jako dodatkowe linie masy i zasilania ulokowane w połowie każdej z krawędzi. Dlatego schematy numeracji wersji DIP i PLCC są tylko zbliżone, a nadmiarowe piny wprowadzają nieuniknione przesunięcia o 1..4 pozycji. Ponadto wyprowadzenie nr „1” przypada tutaj nie jak zwykle w narożniku lecz, w sposób typowy dla PLCC – w połowie oznakowanej krawędzi obudowy (fot. 36a). Procesor w obu-

Biorąc pod lupę współczesne, seryjne urządzenie elektroniczne stwierdzimy, że coraz trudniej doszukać się w nim tradycyjnych podzespołów przewlekanych. Dominacji techniki montażu powierzchniowego (SMT – Surface Mount Technology) opiera się jedynie część elementów dużej mocy, a także nieliczne podzespoły o znacznych gabarytach (duże kondensatory elektrolityczne) lub obciążające płytkę mechanicznie (złącza, przełączniki).



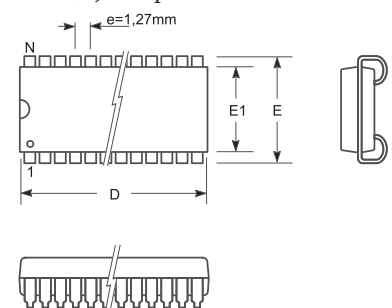
Rys. 35. Różnice w rozkładzie wyprowadzeń w zależności od typu obudowy (na przykładzie ATmega8515)



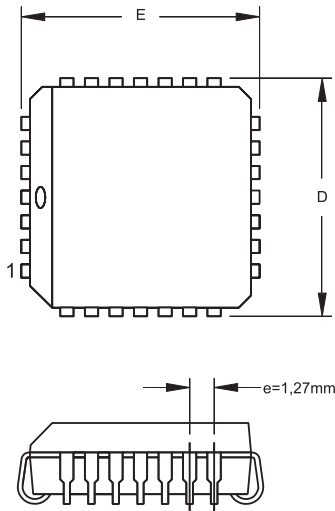
Fot. 36. Lokalizacja wyprowadzenia nr 1 w obudowach: PLCC (a) oraz QFP (b)

dowie TQFP44 (jak również beznóżkowej MLF44) ma identyczną z PLCC orientację struktury względem kwadratowego korpusu, a także układ końcówek. Jednak numeracja wyprowadzeń obudów QFP zaczyna się od oznakowanego narożnika – czyli z przesunięciem o ok. 1/8 obwodu względem PLCC (fot. 36b). Zatem przy identycznym położeniu struktury oba typy kwadratowych obudów mają funkcjonalnie ten sam rozkład wyprowadzeń lecz przyporządkowują im całkowicie odmienne numery.

Rozmieszczenie i numeracja wyprowadzeń, jako podstawowa informacja



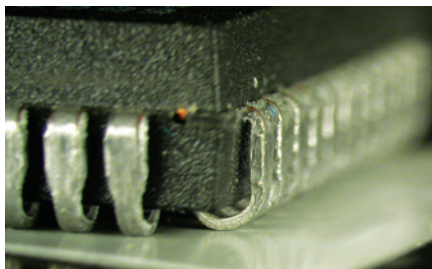
Rys. 37. Obudowa SOJ



Rys. 38. Obudowa PLCC (QFJ)

o układach, zajmuje pierwsze strony not katalogowych. Mimo to, zwracam uwagę na istniejące różnice ponieważ wymagają one, aby wyboru właściwej obudowy układu scalonego dokonać już na etapie rysowania schematu. Zmiana typu obudowy w czasie projektowania PCB może wymagać cofnięcia się do schematu, aktualizacji planu numeracji wyprowadzeń i ew. drobnych korekt układowych obejmujących np. podłączenie dodatkowych linii zasilających.

Kluczową czynność w procesie projektowania obwodu drukowanego stanowi optymalne rozmieszczenie podzespołów. Mimo postępującej automatyzacji ten etap wymaga zwykle aktywnego udziału projektanta. Dlatego również i z tego względu, umiejęt-



Fot. 39. Obudowa PLCC – widok ogólny i powiększenie wyprowadzeń typu „J”

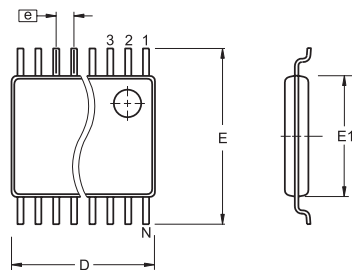
Tab. 10. Obudowy SOIC/SOP			
Typ	Opis	Raster (e)	Document JEDEC
SOIC-narrow	Small Outline IC – body 3,90 mm	0,05" (1,27 mm)	MS-012
SOIC-wide	Small Outline IC – body 7,50 mm	0,05" (1,27 mm)	MS-013
PSOP	Plastic Small Outline Package	0,05" (1,27 mm)	MO-119,
QSOP	Quarter size Small Outline Package	0,025" (0,635 mm)	MO-137
SSOP	Shrink Small Outline Package	0,025" (0,635 mm)	MO-118
SSOP	Shrink Small Outline Package	0,65 mm	MO-150
SSOP	Shrink Small Outline Package	0,80 mm	
TSOP-type I	Thin Small Outline Package – type I	0,50 mm	MO-142
TSOP-type I	Thin Small Outline Package (TSOP28(I)), N=28	0,55 mm	MO-183
TSOP-type II	Thin Small Outline Package – type II – body 7,62mm,	0,05" (1,27 mm), 0,80 mm	MS-025
TSOP-type II	Thin Small Outline Package – type II – body 10,16mm	0,05" (1,27 mm), 0,80 mm	MS-024
TSOP-type II	Thin Small Outline Package – type II – (Przewodnik projektanta)	1,27 mm, 1,25 mm, 1,00 mm, 0,80 mm, 0,65 mm, 0,50 mm, 0,40 mm	JEP-95 – Design Guide 4.15
TSSOP	Thin Shrink Small Outline Package	0,65 mm, 0,50 mm, 0,40 mm	MO-152, MO-153
MSOP, uSOP/uMAX	Micro Small Outline Package	0,65 mm, 0,50 mm	MO-187
VSOP, QVSOP	(Quarter size) Very Small Outline Package	0,50 mm, 0,40 mm	MO-154

ność wyobrażenia sobie wewnętrznej orientacji chipu i ogólnego rozkładu wyprowadzeń w różnych wykonaniach znakomicie ułatwia projektowanie.

Oprócz niezgodności pomiędzy wykonaniami zapakowanymi w różnych obudowach, niespodzianką może również sprawić napotkanie dwóch wersji tego samego układu scalonego umieszczonych w takich samych obudowach ale o różnym rozkładzie wyprowadzeń. Dotyczy to np. popularnych pamięci EEPROM/Microwire z rodziny 93Cx6 umieszczanych w obudowach SO-8 na dwa sposoby – standardowo lub ze strukturą obróconą o 90°. (Fairchild, STM, oznaczenie z sufiksem „-T”).

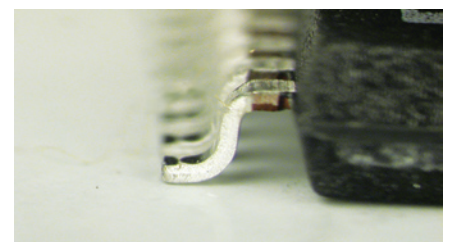
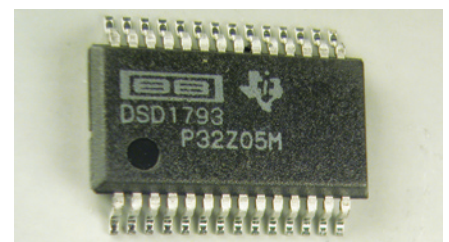
Obudowy z wyprowadzeniami typu „J” – SOJ/QFJ (PLCC)

SOJ/PLCC są pierwszymi obudowami w rastrze 1,27 mm (50 mils) przystosowanymi do montażu powierzchni-



Rys. 40. Obudowa SOP

niowego i reprezentują ogniwo pośrednie pomiędzy montażem TH a SMT (rys. 37, 38). Z montażem przewlekany łączy je możliwość umieszczania w podstawkach o wyprowadzeniach dopasowanych do standardowej siatki 2,54 mm (100 mils). Jednocześnie dzięki wygięciu w kształt litery „J” ich wyprowadzenia mają wystarczająco dużą powierzchnię styku z płytą, aby umożliwić montaż powierzchniowy. Obudowy SOJ (znane czytelnikom np. z pamięci DRAM montowanych na modułach SIMM) oraz



Fot. 41. Obudowa PLCC – widok ogólny i powiększenie wyprowadzeń typu „gull - wing”

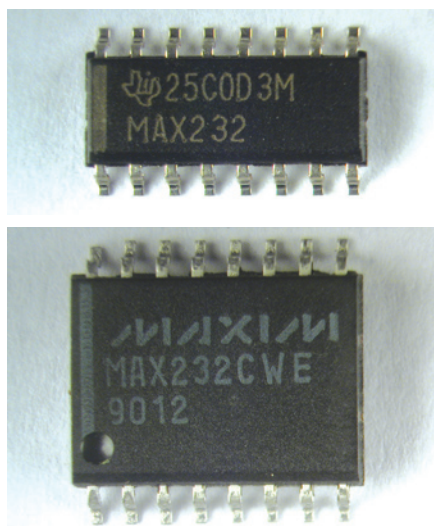
Tab. 11. Obudowy QFP – Liczba wyprowadzeń (N) w zależności od rastra (e) i rozmiarów korpusu (D1xE1)

Rozmiary korpusu	Raster (e)					
E1 x D1 [mm]	e=1,0 mm	e=0,8 mm	e=0,75 mm	e=0,65 mm	e=0,5 mm	e=0,4 mm
4x4				20	24	32
5x5					32	40
7x7		32		40	48	64
10x10	36	44	48	52	64	80
12x12	44	48		64	80	100
14x14	52	64		80	100	120
14x20	64	80		100	128	
20x20	76	88		112	144	176
24x24					176	216
28x28		120, 128		160	208	256
32x32				184	240	296
40x40				232	304	376

PLCC zdobyły znaczną popularność m.in. dzięki dobrej niezawodności styku pomiędzy układem, a podstawką i odporności na wstrząsy. Wprawdzie ta rodzina okres świetności ma już za sobą, niemniej jeszcze długo będzie spotykana np. w urządzeniach automatyki przemysłowej. Ograniczony dostęp do zawiniętych wyprowadzeń utrudnia wykonanie demontażu, dlatego poświęcimy tym obudowom więcej uwagi w dalszej części artykułu.

Obudowy dwurzędowe SOIC/SOP

Zgodnie z przytoczoną wcześniej klasyfikacją, nazwy zawierające rdzeń SO (Small Outline) odnoszą się do obudów dwurzędowych. Wśród nich najsilniejszą pozycję zyskały obudowy o zwyczajowej nazwie SOP czyli Small Outline Package (DSO wg. JES-



Fot. 42. Dwie wersje układu MAX232 w obudowach SOIC: wąskiej SO-16 (a) oraz szerokiej SO-16W (b)



Fot. 43. Obudowa TSOP typu I

D30) z wyprowadzeniami typu gullwing (rys. 40). Dwa rzędy i ogólny typ wyprowadzeń to chyba jedyne, bezspornie wspólne cechy obudów SOP. Poza tym różni je praktycznie wszystko:

- Liczba wyprowadzeń (N) obejmująca zakres od sześciu (np. SOT-26 klasyfikowane również jako SOP) do ponad sześćdziesięciu.
- Raster wyprowadzeń (e) mieszczący się w zakresie od 1,27 mm do 0,40 mm i obejmujący większość pozycji z uprzednio przedstawionej listy
- Szerokości korpusu (E1) tworzące obszerny zbiór wartości, zarówno w mierze calowej, jak i metrycznej, a na domiar złego nie poddające się żadnej prostej systematyzacji.
- Bogactwo nazw (SOIC, PSOP, QSOP, TSOP, SSOP, TSSOP, MSOP/uMAX/uSOP, VSOP, ...) odzwierciedlających tendencję do upakowywania wzrastającej liczby nóżek w coraz mniejszych i cieńszych obudowach.

Żywiłowy (czyt.: chaotyczny) rozwój rodziny SOP znalazł również odzwierciedlenie w liczbie odnoszących się do niej standardów. Żeby choć trochę ułatwić poruszanie się w tym gąszczu, zestawiałem w tabeli (tab. 10)

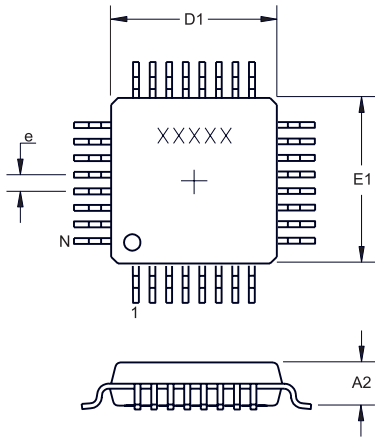
Tab. 12. Obudowy PQFP w rastrze e=0,025" (0,635 mm) – korpus ze „skrzydełkami”

Rozmiary korpusu E1 x D1 [mm]	Liczba wyprowadzeń
16,5x16,5	84
19x19	100
24x24	132
29x29	164
34x34	196

zwyczajowe nazwy poszczególnych serii z odpowiadającymi im orientacyjnie symbolami JEDEC i stosowanym rozstawem wyprowadzeń. Jak można zauważyć, nazwy zwyczajowe nie zawsze są jednoznacznie powiązane z zarejestrowanymi numerami JEDEC. Ponadto każdy ze standardów opisuje całe rodziny obudów, o kilku wariantach rastra, różnych szerokościach korpusu i liczbie nóżek. Niemniej załączenie pola wyboru do kilku dokumentów powinno istotnie ułatwić ew. poszukiwania i identyfikację.

Z szerokiej gamy obudów SOP, zwrócimy uwagę na dwie grupy – popularne obudowy SOIC, oraz TSOP występujące w dwóch zdecydowanie odmiennych wariantach. Obudowy SOIC (SO-xx) to najbliższe, zminiaturyzowane odpowiedniki stosowanych od prawie 40 lat DIP-ów. Charakteryzuje je analityczna liczba wyprowadzeń (8, 14, 16, 20, 22, 24, 28) jednak rozmieszczonych dwukrotnie gęściej, tzn. co 1,27 mm (50 mils). Występują w dwóch wersjach różniących się rozstawem rzędów wyprowadzeń. W wersji wąskiej (8...16 nóżek), szerokość plastikowego korpusu wynosi ok. 0,15" tzn. ok. 3,8 mm, a całkowita szerokość łącznie z wyprowadzeniami ok. 0,24". Natomiast w wersji szerokiej (14...28 nóżek), oznaczonej dodatkowym sufiksem „W”, epoksydowy korpus ma szerokość ok. 0,3cala tj. ok. 7,6 mm (szer. całkowita – ok. 0,41 cala). Znaczna różnica szerokości sprawia, że oba warianty są wzajemnie niewymienne, na co warto zwrócić uwagę przy zakupach, gdyż niektóre popularne układy scalone (np. MAX232) są dostępne jednocześnie w obu wersjach (fot. 42).

Warto też zwrócić uwagę na istnienie dwóch typów obudów TSOP. Typ II nie różni się proporcjami od większości pozostałych układów SOP. Natomiast Typ I (fot. 43) z wyprowadzeniami ułożonymi na krótszych bokach znalazł szczególne uznanie wśród producentów pamięci. Duża przestrzeń dzieląca oba rzędy nóżek



Rys. 44. Obudowa typu QFP

umożliwia ustawienie kilku układów równolegle, jeden obok drugiego i poprowadzenie całych magistral w postaci jednowarstwowego, regularnego meandra pozbawionego przelotek. O sile przyzwyczajenia może świadczyć fakt, że w tego typu obudowach, oprócz pamięci równoległych, umieszcza się obecnie także pamięci typu DataFlash (np. Atmel AT45DB...) z interfejsem SPI, wykorzystujące efektywnie jedynie 9 z 28 lub 32 dostępnych wyprowadzeń. Prawie wszystkie obudowy TSOP typu I mają raster $e=0,5$ mm. Jedynie w wersji 28-nóżkowej (JEDEC MO-183) zastosowano bardzo nietypowy raster $e=0,55$ mm. Zwracam uwagę na ten szczegół, gdyż mimo egzotycznej wartości, czytelniczy EP mają sporą szansę zetknięcia się z nim w praktyce. W obudowach TSOP28(I)

Tab. 13. Orientacyjne wysokości wybranych obudów z serii QFP

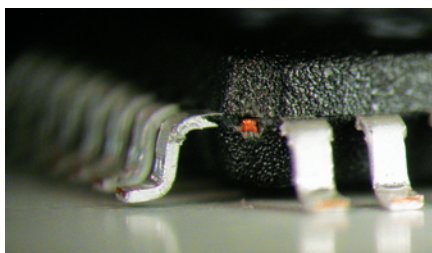
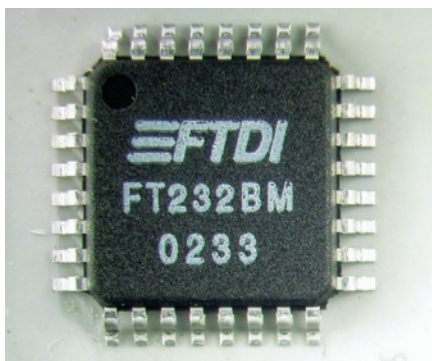
Rozmiary korpusu E1 x D1 [mm]	Wysokość korpusu A2 [mm]	PQFP	MQFP	RQFP	LQFP	TQFP	VQFP
5x5						1,00	
7x7					1,40	1,00, 1,40	
10x10	2,00	2,00			1,40	1,00, 1,40	1,00
12x12					1,40	1,00	
14x14	2,00				1,40	1,00, 1,40	1,00
14x20	2,70	2,70			1,40	1,40	
20x20					1,40	1,00, 1,40	
24x24					1,40	1,40	
28x28	3,40	3,50	3,40				
32x32			3,40				
40x40	3,80		3,80				

są bowiem umieszczane m.in. wspomniane pamięci DataFlash o pojemnościach 4, 8 i 16 Mbit.

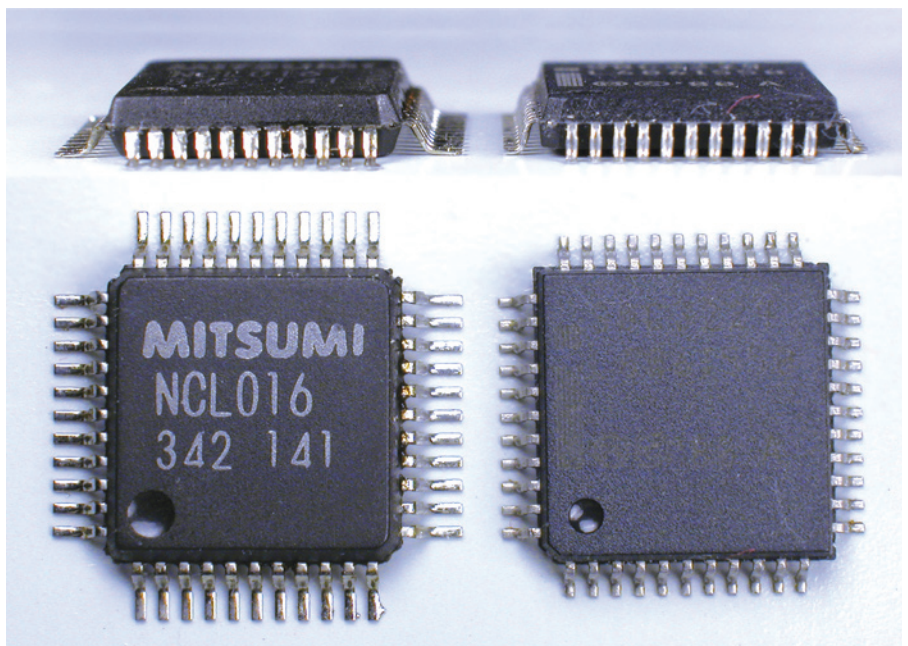
Rodzina QFP Quad Flat Pack (PQFP, MQFP, LQFP, TQFP, VQFP)

W przeciwieństwie do chaosu panującego w rodzinie SOP, prostokątne, czterorzędowe obudowy QFP (Quad Flat Pack) są produkowane jedynie w kilkunastu typowych rozmiarach (rys. 44, fot. 45). Również liczba pozycji w bibliotece JEDEC odnosząca się do QFP jest znacząco mniejsza. Szczegółowe dane dotyczące najważniejszych wersji można znaleźć w dokumentach o symbolach: MO-108, MS-022, MS-026, MS-029. Ale uwaga – znormalizowane rozmiary (D1, E1) odnoszą się plastikowego korpusu.

Natomiast poszczególne serie różnią się rozmiarami zewnętrznego obrysu (D, E) a to za sprawą subtelnych różnic w kształcie i długości wyprowadzeń, a w szczególności w długości i położeniu „stóp” przylegających do płytki drukowanej. Na zdjęciu (fot. 46) możemy zobaczyć zestawienie dwóch wersji QFP44 o identycznych rozmiarach korpusu (10x10 mm) i takim samym rastrze ($e=0,8$ mm), nieznacznie różniących się wysokością ale za to istotnie profilem wyprowadzeń. W kolejnych, unowocześnianych i stopniowo spłaszczanych obudowach, „stopy” wyprowadzeń dotykają podłoża w coraz mniejszej odległości od krawędzi korpusu. Te drobne różnice, jak zwykle przekładają się na ograniczoną wymienną obudów i wymagają każdorazowej, wnikliwej weryfikacji. Pokazane



Fot. 45. Obudowa TQFP32 – widok ogólny i powiększenie wyprowadzeń typu „gull – wing”



Fot. 46. Porównanie kształtu i długości wyprowadzeń w różnych wersjach QFP

przesunięcie wyprowadzeń, prawdopodobnie nie będzie miało znaczenia w przypadku ręcznego montażu układu scalonego do płytki prototypowej lub uniwersalnego adaptera. Jednak w montażu automatycznym ew. niedopasowanie pomiędzy płytką a elementem, powodujące np. zachodzenie wyprowadzenia na krawędź soldermaski, może być źródłem poważnych błędów.

Wymiary korpusu (D1 x E1) w powiązaniu z rastrem (e) jednoznacznie określają liczbę wyprowadzeń (N) (tab. 11, 12). Wprawdzie szereg wymiarowy korpusu obejmuje tylko kilkanaście pozycji, to jednak po uwzględnieniu wariantów rastra uzyskuje się blisko 50 stosowanych kombinacji, a znacznie więcej, gdy weźmie się jeszcze pod uwagę różnice wysokości i wspomniane różnice w profilu wyprowadzeń.

Podobnie jak w przypadku SOP, nazewnictwo kolejnych serii układów QFP odzwierciedla tendencję do stopniowego spłaszczania ich profilu: PQFP (PlasticQFP), LQFP (Low-profileQFP), TQFP (ThinQFP), VQFP (Very-thinQFP), etc... W tabeli (tab. 13) zestawiono orientacyjne grubości plastikowego korpusu odpowiadające poszczególnym seriom. Znajomość trzech, łatwych do zmierzenia wy-

miarów korpusu i rastra wyprowadzeń pozwala na szybką, choć przybliżoną identyfikację.

Każdy adept elektroniki zaczyna zwykle swój kontakt z tą dziedziną od nabywania praktycznej umiejętności posługiwania się lutownicą. Po przyswojeniu kilku żelaznych zasad powtarzanych niemal w każdym opisie dla początkujących i serii prób, dochodzi do wprawy dyktującej właściwą temperaturę lutownicy, czas podgrzewania, ilość zaaplikowanego topnika i cyny. Niestety w skali typowej dla montażu powierzchniowego dochodzą do głosu nowe zjawiska, pomijane w montażu tradycyjnym. Jednocześnie, mikroskopowe rozmiary połączeń utrudniają ocenę popełnianych błędów, co sprawia, że intuicja nie zawsze okazuje się wystarczająca. Dlatego w następnym odcinku zastanowimy się nad tym co istotnie odróżnia proces lutowania SMD od montażu tradycyjnego. Omówimy również typowy profil temperatury stosowany w przemysłowym lutowaniu rozplwowym wyciągając wnioski obowiązujące także przy podchodzeniu do układów powierzchniowych z ręczną lutownicą lub dmuchawką HotAir.

Marek Dzwonnik, EP
marek.dzwonnik@ep.com.pl

Wyznaczamy standardy.



www.FERYSTER.com.pl
 ISO 9001



Sprawdzeni partnerzy –

RUTRONIK i OSRAM Opto Semiconductors

OSRAM Opto Semiconductors

Korzystajcie z partnerstwa RUTRONIK i OSRAM Opto Semiconductors

RUTRONIK to:

- Od roku 1999 autoryzowany dystrybutor firmy OSRAM Opto Semiconductors
- Szeroka oferta optoelektroniki – na zamówienie i z magazynu

Przetestujcie nas! Oferujemy Państwu:

- Techniczne wsparcie na najwyższym poziomie
- Elastyczne kształtowanie cen
- Niezawodne realizowanie dostaw
- Inteligentne rozwiązania logistyczne



rutronik
consult



rutronik
components



rutronik
logistics



rutronik
support

RUTRONIK Polska Sp. z o.o.
 ul. Sądzińska 11 · 44-244 Żory
 tel. (32) 475 90 20 · fax (32) 475 90 22
 ul. Batorego 28-32 · 81-366 Gdynia
 tel. (58) 783 20 20 · fax (58) 783 20 22
 rutronik_pl@rutronik.com · www.rutronik.com