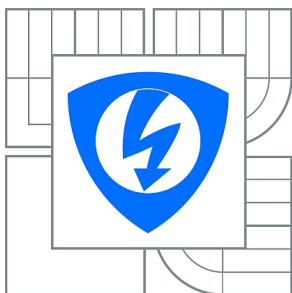


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

NOVÉ SMĚRY V POUZDŘENÍ

NEW WAYS IN PACKAGING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

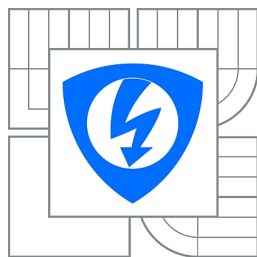
TOMÁŠ HŘEŠIL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. IVAN SZENDIUCH, CSc.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Mikroelektronika a technologie

Student: Tomáš Hřešil

ID: 119445

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Nové směry v pouzdření

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Popište vývoj pouzder v poslední časové dekádě a definujte základní oblasti jejich použití. Vypracujte katalogový seznam moderních pouzder DIL, QFP, BGA, PGA, CSP, Flip chip a proveďte jejich grafické zobrazení. Definujte hlavní charakteristické parametry nutné pro rozhodování o volbě typu pouzdra.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 2.6.2011

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivan Szendiuch, CSc.

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tento projekt řeší vytvoření manuálu pro moderní elektronická pouzdra, která jsou stále častěji používána v dnešních elektronických obvodech a zařízeních. Mezi moderní pouzdra patří především maloobjemové DIL, QFP, BGA, PGA, CSP, Flip chip. V práci je pojednáno také o pouzdrech SiP (System in Package), která jsou navrhována a konstruována na základě různých kombinací a principů pouzder BGA, PGA, CSP a Flip chip. Na závěr práce je uveden stručný přehled nejdůležitějších návrhových pravidel pro montáž těchto pouzder na substrát (DPS).

Klíčová slova

Pouzdrění v elektronice, DIL, QFP, BGA, PGA, CSP, Flip chip, SiP, návrhová pravidla pro montáž

Abstract

This project deals with the creating a base of manual for modern electronic packages, which are more and more used in today's electronic circuits and devices. The modern packages are mentioned small outline DIL, QFP, BGA, PGA, CSP, Flip chip. The work is also including packages known SiP (System in Package) that are consisting or use the combinations of packages BGA, PGA, CSP and Flip Chip. At the end of the work are short described the most important design rules for assembly of mentioned packages on substrate (PCB).

Keywords

Packaging in electronics, DIL, QFP, BGA, PGA, CSP, Flip chip, SiP, design rules (guidelines)

Bibliografická citace

HŘEŠIL, T. Nové směry v pouzdření. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 70 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Ivan Szendiuch, CSc..

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma **Nové směry v pouzdření** jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrálního projektu a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedeného semestrálního projektu dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 30. května 2011

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ivanu Szendiuchovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování projektu.

V Brně dne 30. května 2011

.....
podpis autora

OBSAH

Úvod.....	8
2. Základní funkce pouzdra.....	9
3. Přehled moderních typů pouzder.....	10
3.1 Pouzdra Dual in Line (DIL, DIP)	10
3.1.1 Dual in Line PDIP.....	11
3.1.2 Dual in Line SOP/SSOP.....	12
3.1.3 Dual in Line TSOP(I)/TSOP(II).....	14
3.1.4 Dual in Line SOJ.....	15
3.2 Pouzdra QUAD	16
3.2.1 QUAD PLCC	17
3.2.2 QUAD QFP.....	18
3.2.3 QUAD LQFP/TQFP.....	20
3.2.4 QUAD ve 3D uspořádání	23
3.3 Pouzdra BGA (Ball Grid Array)	24
3.3.1 PGA (Plastic Ball Grid Array)	26
3.3.4 HSBGA.....	28
3.3.5 BGA s cavitou zespodu	30
3.4 Pouzdra CSP (Chip Scale Package)	34
3.5 Pouzdra PGA	35
3.6 Pouzdra SiP	36
3.6.1 SiP MPBGA.....	38
3.6.2 SiP Side by Side (vertikální) BGA	40
3.6.3 SiP Modul	42
3.6.4 SiP Stack Leadframe (stohování montážních rámečků) - QFP/LQFP/TQFP	47
3.6.5 SiP Stacked (stohovaná) PBGA	50
3.6.6 SiP Stacked (stohovaná) CSP.....	51
3.6.7 SiP hybrid (Flip Chip + Wire Bond).....	53
3.6.8 SiP PiP (Package-in-Package).....	54
3.6.9 SiP PoP (Package on Package)	56

3.7 Pouzdra v provedení Flip Chip.....	57
4. Návrhová pravidla	60
4.1 QFP a připojovací pájecí plošky	60
4.4 Flip Chip CSP návrhová pravidla	61
5. Závěr.....	64
Použitá literatura	65
Seznam cizích zkratek a výrazů	66

Úvod

V této bakalářské práci je řešena problematika pouzdření v technologii povrchové montáže se zaměřením na moderní typy pouzder. Pouzdro se v elektronice stalo stěžejním problémem a to ze dvou důvodů. Za prvé se změnila oproti minulosti výrazně jeho funkce (resp. narostl počet jeho funkcí) a za druhé vzrostl počet vývodů a různých typů, jež nejsou standardizované. Zatímco dříve pouzdro sloužilo především pro ochranu čipu, v současnosti je jeho posláním mnohem více funkcí, jako je odvod tepla, nezkreslený přenos signálu při vysokých kmitočtech, elektromagnetická kompatibilita atd. Tématem této práce jsou zejména pouzdra Dual in Line (DIL, DIP), QFP, PGA, BGA, CSP, SiP a Flip Chip, která se vyskytují v řadě nestandardizovaných provedení.

Pouzdra typu Dual in Line (DIL, DIP) jsou nejstarším zastupitelem z již zmíněných pouzder. Jelikož se tyto pouzdra používají obvykle u „levnějších“ a nenáročných aplikací bude jim věnována nejmenší pozornost, tím ovšem nechci snížit jejich důležitost a zastoupení v tak širokém oboru jako je elektrotechnika. Velmi rozšířenou skupinu představují pouzdra QFP, jež mají určité specifické vlastnosti, a to jak ve tvaru, tak v provedení vývodů. Pouzdra PGA jsou předchůdci velmi používaných pouzder BGA, která lze dnes považovat za nejperspektivnější masově používané provedení pouzder pro mikroprocesory a mikrokontroléry. Dalšími důležitými pouzdry jsou pouzdra CSP (která se v dnešní době hodně rozvíjí zvláště u náročnějších aplikací), SiP (používá se v oblasti vyšší integrace) a velmi žádané pouzdra Flip Chip, která v poslední době jsou používány ve velké míře.

Cílem této práce je vytvoření uceleného přehledu o moderních typech pouzder včetně jejich základních návrhových pravidel, jež jsou stěžejní pro správnou montáž a následné dosažení požadované jakosti a spolehlivosti. Dále jsou nastíněny výhody a nevýhody jednotlivých provedení při užití různých typů pouzder pro konkrétní, mnohdy specifickou oblast použití v elektrotechnice.

2. Základní funkce pouzdra

Je velmi důležité si nejprve uvědomit, že pouzdro jakožto mechanická součástka neplní na plošném spoji funkci pouze ochranou. Po pouzdrech se v dnešní době vyžaduje mnoho dalších parametrů a funkcí, které nemusí být hned na první pohled každému zřejmé. Dalšími vlastnostmi, které je dobré brát na vědomí, jsou například teplotní vodivosti. Odvod tepla je nesmírně důležitou funkční součástí každého obvodu na desce s plošnými spoji (DPS). Musíme si uvědomit, že teplotní vlivy mají zásadní vliv na funkci daného obvodu. Především na životnost většiny elektrických součástek, ale také teplota může ovlivňovat určité mechanické součástky. Schopnost odvádět teplo, takže chlazení uvítáme nejvíce ve výpočetní oblasti. Zde probíhají náročné výpočetní operace, konkrétně u procesorů a mikroprocesorů, které se při své činnosti vždy zahřívají. Samozřejmě, že ztrátové výkony u těchto typů součástek jsou mnohdy značné, proto se většinou v praxi musí osadit komponent (pouzdro) ještě přídatným chladičem. Tento chladič musí být dobře konstruován, aby byl schopen odvádět teplo co nejúčinněji a aby také neomezoval mechanicky a funkčně pouzdro.

Mezi hlavní vlastnosti pouzdra patří jeho elektrické vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou obzvláště důležité u vysokofrekvenčních obvodů. Za tyto obvody můžeme považovat například osobní počítač, notebook, mobilní telefon a mnohé další. Ve všech zmíněných obvodech a zařízeních potřebujeme dosahovat co nejvěrnějšího přenosu a zpracování signálu, proto po pouzdru vyžadujeme co nejmenší a v ideálním případě žádné ovlivnění elektrického obvodu pouzdrem.

Pro výrobu je samozřejmě nejdůležitější požadavek na bezproblémovou montáž a případnou pozdější opravu. Tento požadavek nejvíce ovlivňuje rychlost výroby konkrétní aplikace či zařízení. Snadnost montáže a demontáže hraje důležitou roli i v další fázi života výrobku (zařízení) ať už v případě vydání nové revize zařízení nebo při opravách a údržbě.

Mechanické, chemické a klimatické odolnosti, konkrétně odolnost pouzdra vůči těmto vlivům je pro uživatele většinou velmi důležitou vlastností už jen z pohledu prostředí, ve kterém je zařízení provozováno nebo jen skladováno.

V neposlední řadě je pro výrobce a hlavně zákazníka důležité, aby pouzdro splnilo požadavky na spolehlivost, životnost a cenu. Bohužel tyto požadavky jsou spíše protiklady, a proto je ve většině případů vybrán kompromis, který by měl splňovat nároky na materiály v daném prostředí, spolehlivost z hlediska bezporuchového provozu, dobu funkčnosti zařízení a akceptovatelnou cenu.

3. Přehled moderních typů pouzder

3.1 Pouzdra Dual in Line (DIL, DIP)

Dual in Line pouzdra byla používána v průmyslu a stala se určitým standardem po velmi dlouhou dobu. Jsou běžné požadována u spotřebního zboží, automobilových zařízení, pamětí, analogových obvodů a v oblasti mikroprocesorů. Tato pouzdra byla vyvinuta nejnovějšími technologiemi. Především díky své velké spolehlivosti si získala zastoupení v nejrůznějších odvětvích elektrotechniky a také mimo jiné se podařilo nejnovějšími technologiemi u těchto pouzder zaznamenat velké výkonové vylepšení. Použití v PTH (pokrytí skrz otvor) a SMT (povrchová montážní technologie) znázorňuje tabulka 1. Dual in Line pouzdra nejvíce ocení konstruktéři zařízení, která disponují malým počtem vývodů. Touto cestou se dosáhne optimalizace výrobních nákladů a tím se stává výrobek (produkt) více konkurenceschopný.

VLASTNOSTI:

Typ pouzdra	Dostupný počet vedení	Montážní rámeček materiálu	Šířka těla (mm)	Celková tloušťka** (mm)	Nepřímé propojení	Přívody (mm)
PDIP/úzký PDIP/SDIP	8~64	Cu	7,62/10,16/17,78*	3,30~3,80	Vývod (otvor PTH)	1,78/2,54
SOJ	28~44	Cu	7,62/10,16	3,18~3,51	Vývod (otvor SMT)	1,270
SOP	8~32	Cu	3,81/8,38/11,43	1,55~2,84	Vývod (otvor SMT)	1,270
SSOP	48/56	Cu	7,62	2,69	Vývod (otvor SMT)	0,635
TSOP(I)	28~48	Cu	-	1,10	Vývod (otvor SMT)	0,50/0,55
TSOP(II)	20~54	Cu	7,62/10,16	1,10	Vývod (otvor SMT)	0,80/1,27

Tabulka 1: Různé typy pouzder s podrobnějšími vlastnostmi [1]

(1 mm = 39,37mil; 1 mil = 25,4um)

* šířka PDIP je vzdálenost od ramene k ramenu.

** celková tloušťka je součtem těla a montážního odstupu, bez PDIP. V případě PDIP, hodnotou je tloušťka těla.

SPOLEHLIVOST:

Všechna Dual in Line pouzdra jsou testována na teplotu/vlhkost a teplotní cykly, které jsou zahrnuty v normě JEDEC. Pro bližší představu a podrobnost o konkrétním testu vypovídá

tabulka 2. Při testování se upřednostňuje úroveň 3 u testování vlhkosti ze životního prostředí. Zkušební kritérium je podmíněno počtem 45 jednotek bez zmetku z výběrového souboru pouzder.

Teplota / test vlhkosti	85°C/85% RH, 1000 hodin (JEDEC 22-A101)
Tlakový test v nádobě	121°C/100% RH, 15 PSI, 300 hodin (JEDEC 22-A102)
Test teplotního cyklu	-65°C~150°C, 1000 cyklů (MIL-STD-883-1010,7)
Test vysoké teploty skladování	150°C, 1000 hodin (JEDEC 22-A 103)
Vysoká intenzita stresového testu	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 100 hodin (JEDEC 22-A110)

Tabulka 2: Spolehlivostní testy pouzder Dual in Line [1]

3.1.1 Dual in Line PDIP



Obrázek 1: Pouzdro Dual in Line PDIP [1]

Plastová Dual in Line pouzdra (PDIP) zobrazena na obrázku 1 jsou hlavním typem pouzdra, která jsou realizována pomocí (PTH) technologie. Tyto pouzdra jsou zastoupena ve velké míře ve výrobě, kde vyžadujeme nízké náklady. Jsou však také vhodná do ručních aplikací. Pouzdra PDIP jsou k dispozici s počtem vývodů 8 až 64, přičemž šířky vývodů se pohybují od 7,62 mm až do rozměru 17,78 mm. Aby se dosáhlo redukce rozměrů, nabízí se dvě možnosti. První možností je úzké tělo pouzdra a druhou úzké vývodové rozteče. Pro první případ u PDIP pouzdra je šířka 7,62 mm a počet vývodů 24 a 28. Pro druhý případ, kterým jsou úzké vývodové rozteče, se dosáhne zmenšení PDIP pouzdra na takzvané pouzdro SDIP, které má vývody o velikosti 1,78 mm a počet těchto vývodů bývá 32, 56 a 64.

APLIKACE:

Dual in Line pouzdra jsou považována za jeden z nejvíce zavedených typů standardních pouzder. PDIP pouzdra jsou požívána v širokém spektru aplikací a jsou vhodná k použití například v oblastech logiky, paměťových integrovaných obvodech, mikroprocesorech a ve výkonových integrovaných obvodech, které najdou uplatnění především v automobilovém průmyslu, dále ve spotřební elektronice a komunikačních produktech.

VLASTNOSTI:

- 7,62 mm šířka těla: 8, 14, 16, 18, 20, 24, 28 počet používaných vývodů
- 10,16 mm šířka těla: 32 počet používaných vývodů
- 15,24 mm šířka těla: 24, 28, 32, 40, 42, 48, 56 počet používaných vývodů
- 17,78 mm šířka těla: 64 počet používaných vývodů
- Vyhovující standardu JEDEC
- Široký výběr z velikosti plošek, které se dotýkají plochy čipu s přívodovým substrátem
- Je možné použít bezolovnaté pájení

SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder TSOP se provede pomocí testů uvedených v tabulce 3.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 500/1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 48/96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin
THT	JEDEC 22-A101-B	85°C/85% RH 500/1000 hodin
PCT	JEDEC 22-A102	121°C/100% RH, 15 PSI, 96/168 hodin
Test teplotního šoku	JEDEC JESD22-A106	-65°C~150°C, 100 / 300 / 500 cyklů

Tabulka 3: Spolehlivostní testy pouzder PDIP [1]

3.1.2 Dual in Line SOP/SSOP



Obrázek 2: Pouzdro Dual in Line SOP/SSOP [1]

Vlastnosti pouzder Small Outline Package (SOP), viz. obrázek 2, jsou podobné jako vlastnosti pouzder Small Outline “J” (SOJ). Rozlišujeme je od sebe spíše jen tvarem výstupních nožiček (vývodů). Zmenšení pouzdra SOP vedlo k pouzdru SSOP. Těto výhody se

dosáhlo díky zmenšení roztečí mezi vývody. U pouzder SSOP jsou vývody realizovány ve velikostech od 1,27 mm až do 0,635 mm. Zmenšení těla znamenalo flexibilnější uspořádání v rámci konečných rozměrů DPS (desky plošných spojů). Další zmenšení umožnily zmenšené plochy napájecích a signálových vývodů, tím se dosáhlo také zlepšení elektrických vlastností.

APLIKACE:

Všechny produkty jsou navrhovány v souladu se standardem JEDEC. Aplikace, ve kterých se tato pouzdra nejvíce používají, jsou především v oblastech s požadavkem na nízký počet vývodů pouzdra. Hojně se používají v mobilních telefonech, bezdrátových sítích LAN, v osobních digitálních asistentech, digitálních kamerách, videu a v informačních zařízeních.

VLASTNOSTI:

- SOP šířka těla 3,91 mm až nejvýše 11,43 mm
- SSOP šířka těla 7,62 mm
- SOP počet používaných vývodů je 8 až 32
- SSOP počet používaných vývodů je 48 a 56
- Vyhovující standardu JEDEC
- Existující soupiska materiálu a pájecího procesu (BOM)
- Je možné použít bezolovnaté pájení

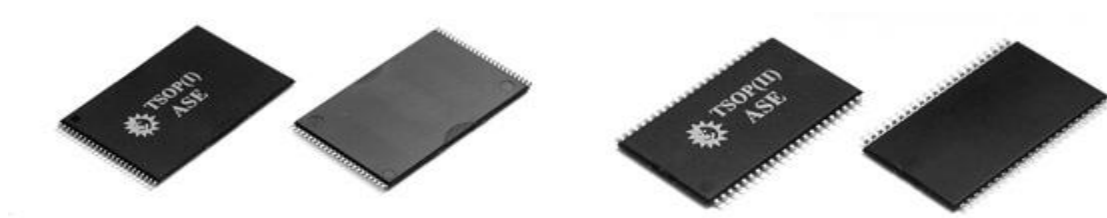
SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder TSOP se provede pomocí testů uvedených v tabulce 4.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 100/300/500/1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 48/96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin
THT	JEDEC 22-A101-B	85°C/85% RH 500/1000 hodin
PCT	JEDEC 22-A102	121°C/100% RH, 15 PSI, 96/168 hodin
Test teplotního šoku	JEDEC JESD22-A106	-65°C~150°C, 100 / 300 / 500 cyklů

Tabulka 4: Spolehlivostní testy pouzder SOP/SSOP [1]

3.1.3 Dual in Line TSOP(I)/TSOP(II)



Obrázek 3: Pouzdra Dual in Line TSOP(I) a) a TSOP(II) b) [1]

TSOP(I) a TSOP(II) mají konstrukčně tenký profil o celkové tloušťce 1,1 mm. TSOP(I) a TSOP(II) se liší v uspořádání vývodů. U TSOP(I) jsou vývody na kratší (užší) straně pouzdra, oproti tomu TSOP(II) má uspořádání vývodů opačné, tudíž na delší straně těla pouzdra. Rozmístění vývodů u obou typů je dobře viditelné na obrázku 3.

APLIKACE:

Díky tenkému profilu těchto pouzder, jsou vhodná především do zařízení, u kterých vyžadujeme co nejmenší velikost. Jsou tedy vhodná pro použití v přenosných zařízeních, mobilních telefonech a paměťových modulech.

Dále se používají v následujících aplikacích:

- 1) Telekomunikační produkty (bezdrátová síť LAN)
- 2) Přenosná zařízení (osobní digitální asistenti, digitální fotoaparáty, audio a video)
- 3) Obvody s nízkým počtem vývodů (informace o spotřebičích)

VLASTNOSTI:

- Nízký profil a malá váha
- Stabilní výnos (výtěžnost) a nízká cena
- Je možné použít bezolovnaté pájení
- TSOP (I) velikosti těla od 11,8 mm x 8 mm až 18,4 mm x 12 mm
- TSOP (II) velikosti těla od 17,1 mm x 7,6 mm až 22,2 mm x 10,2 mm
- TSOP (I) počet používaných vývodů je 28/32/40/48
- TSOP (II) počet používaných vývodů je 20/24/40/44/50/54
- Vyhovující standardu JEDEC a možnost vytvoření soupisky materiálu (BOM)

SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder TSOP se provede pomocí testů uvedených v tabulce 5.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 100/300/500/1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 48/96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin
THT	JEDEC 22-A101-B	85°C/85% RH 500/1000 hodin
Test teplotního šoku	JEDEC 22-A102	121°C/100% RH, 15 PSI, 96/168 hodin

Tabulka 5: Spolehlivostní testy pouzder TSOP(I) a TSOP(II) [1]

3.1.4 Dual in Line SOJ



Obrázek 4: Pouzdro Dual in Line SOJ [1]

Pouzdra Small Outline s J vývodem (SOJ) jsou plnohodnotná pouzdra založená na principu pouzder PDIP, s tím rozdílem, že vývody u pouzder SOJ mají tvar J, viz. obrázek 4, aby se eliminoval přesah mimo tělo pouzdra. Cílem tohoto uspořádání vývodů je snížení plochy pro montáž pouzdra na substrát. Pouzdra SOJ jsou široce používána jako doplněk pro základní pouzdra PDIP.

APLIKACE:

Užití:

- 1) Telekomunikační produkty (mobilní telefony, bezdrátové sítě LAN)
- 2) Přenosné produkty (osobní digitální asistenti, digitální fotoaparáty, audio a video)
- 3) Jednotky s nízkým počtem pinů (informace o spotřebičích)

VLASTNOSTI:

- Nízký profil a malá váha
- Stabilní výnos (výtěžnost)
- Nízká cena
- SOJ velikosti těla od 18,04 mm až do 28,58 mm

- Vyhovující standardu JEDEC
- Existující soupiska materiálu a pájecího procesu (BOM)

SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder SOJ se provede pomocí testů uvedených v tabulce 6.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 100/300/500/1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 48/96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin
THT	JEDEC 22-A101-B	85°C/85% RH, 500/1000 hodin
PCT	JEDEC 22-A102	121°C/100% RH, 15 PSI, 96/168 hodin
Test teplotního šoku	JEDEC JESD22-A106	-65°C~150°C, 100 / 300 / 500 cyklů

Tabulka 6: Spolehlivostní testy pouzder SOJ [1]

3.2 Pouzdra QUAD

Quad pouzdra se používala dlouhá léta například v aplikacích ASIC (Application Specific Integrated Circuit), což jsou aplikace pro specializovanou část integrovaných obvodů, DSP ((Digital Signal Procesor) tedy v digitálních signálových procesorech), mikroprocesorech, integrovaných obvodech a pamětech. Tato pouzdra se používají v širokém rozsahu aplikací, jak u otevřených, tak u uzavřených konstrukcí. U těchto pouzder je především výhoda v nízké ceně a ve spolehlivosti pro použití s nižším počtem vývodů. V poslední době se u Quad pouzder dosáhlo největšího posunu dopředu v oblasti tepelných a elektrických vlastností. Tato pouzdra byla navržena mimo jiné i pro MCM (Multi Chip Module). Aby byly splněny požadavky na kompatibilní a nízký profil elektrických zařízení musela být pouzdra snížena na rozměr 1,1 mm.

VLASTNOSTI:

Vlastnosti u pouzder QUAD závisí na mnoha parametrech a tyto parametry je většinou velmi obtížné "vyladit" tak, abychom dosáhly optimálních výsledků. Tabulka 7 ukazuje rozdíly mezi různými provedeními QUAD pouzder.

Typ pouzdra	Počet používaných vývodů	Základní materiál	Šířka těla pouzdra (mm)	Celková tloušťka* (mm)	Výška vývodů
PLCC	28~ 84	Cu	9x9~29,3x29,3	4,3	1,27
ATP.	44~256	Cu	10x10~32,0x32,0	2,15~3,57	0,4~1,0
ATP. plus HS	64~256	Cu	14x20~32,0x32,0	2,97~3,57	0,4~1,0
LQFP	32~256	Cu	7x7~28,0x28,0	1,5	0,4~0,8
LQFP s holou ploškou	32~256	Cu	10x10~28,0x28,0	1,5	0,4~0,8

TQFP	44~176	Cu	10x10~20,0x20,0	1,1	0,4~0,8
TQFP s holou ploškou	44~176	Cu	10x10~20,0x20,0	1,1	0,4~0,8

Tabulka 7: Vlastnosti u pouzder QUAD [1]

(1mm=39.37mil; 1mil=25.4um)

* Celková tloušťka je dána součtem délky těla a montážního odstupu.

SPOLEHLIVOST:

Všechna QUAD pouzdra jsou testována na teplotní a vlhkostní odolnost, viz. tabulka 8. Během těchto testů musí splnit požadavky pro standard JEDEC úrovně 3. Prioritu mívá test na stresy z prostředí. Podmínkou úspěšného splnění testu je nulová chybovost u 45 testovacích jednotek.

Teplota / test vlhkosti	85°C/85% RH, 1000 hodin (JEDEC 22-A 101)
Tlakový test v nádobě	121°C/100% RH, 15 PSI, 300 hodin (JEDEC 22-A102)
Test teplotního cyklu	-65°C~150°C, 1000 cyklů (MIL-STD-883-1010.7)
Test vysoké teploty skladování	150°C, 1000 hodin (JEDEC 22-A103)
Vysoká intenzita stresového testu	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 100 hodin (JEDEC 22-A110)

Tabulka 8: Spolehlivostní testy pouzder QUAD [1]

3.2.1 QUAD PLCC



Obrázek 5: Pouzdro PLCC [1]

Pouzdra Plastic Leaded Chip Carrier (PLCC) zobrazena na obrázku 5, jsou velmi široce používána v oblasti, kde se uplatní mikroregulátory, ale také ve spotřební elektronice. Každý vývod u PLCC se formuje do tvaru "J" a je vyveden ve vertikálním směru vůči bočním stranám pouzdra. V dnešní době jsou na trhu k dispozici PLCC pouzdra, která jsou v souladu s normou JEDEC. Počet vývodů nejčastěji bývá v rozmezí 20 až 84 s tloušťkou 1,27mm.

APLIKACE:

Stejně jako v předchozích případech i pouzdra PLCC byla navržena, aby splňovala normu JEDEC pro tvar vývodu 'J' u SMT (Surface Mount Technology) montáže pouzder. Tyto robustní vývody s menším prostorem (plochou) jsou použitelné pro povrchovou montáž a jsou určena do montážní patice. Uplatnění najdou například u pamětí, procesorů, řídicích jednotek,

ASIC, DSP, PC a v zařízeních určených pro spotřební elektroniku, ale také v automobilovém a leteckém průmyslu.

VLASTNOSTI:

- 11,51 mm~29,29 mm velikost těla pouzdra
- 28~84 počet používaných vývodů
- Splňuje JEDEC standard
- Široký výběr velikosti plošky pro čip
- Dobrá vodivost celého vývodového systému (Leadframe)
- Široký výběr rozměrů vývodů a jejich možnost přizpůsobení čipu
- Je možné použít bezolovnaté pájení

SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder PLCC se provede pomocí testů uvedených v tabulce 9.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A113	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 100/300/500/1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 48/96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin
THT	JEDEC 22-A101-B	85°C/85% RH, 500/1000 hodin
PCT	JEDEC 22-A102	121°C/100% RH, 15 PSI, 96/168/300 hodin
Test teplotního šoku	JEDEC JESD22-A106	-65°C~150°C, 100 / 300 / 500 cyklů

Tabulka 9: Spolehlivostní testy pouzder PLCC [1]

3.2.2 QUAD QFP



Obrázek 6: Pouzdro QUAD QFP [1]

Quad Flat Package (QFP) jsou populární mezi pouzdry, která nabízejí vývody po celém obvodu (vývody jsou osazeny na všech čtyřech stranách). Pouzdro QFP vidíme na obrázku 6.

Příčinou této popularity také je možnost doleptání nebo dolisování montážního rámečku s vývody (Leadframe), což QFP umožňují a pak obsahují více vedení, čímž je dosaženo menšího profilu. Všechny tyto výhody mají za následek zmenšení propojovací vzdálenosti a tím i zlepšení elektrické vodivosti (vývody mohou mít tloušťku pouze 0,16 mm, zatímco vnější vývody dosahují až 0,4 mm). Tenčí a ohebnější vývody ve tvaru Gull-Wing (tvar křídla racka) umožňují flexibilnější možnosti uplatnění, tím je také dosaženo lepší 2. úrovně spolehlivosti na úrovni (pouzdro - substrát).

APLIKACE:

Produkty

- Přenosné spotřební zboží (PDA, digitální fotoaparát apod.)
- Systémové desky
- Napájení regulátoru

Quad pouzdra byla koncipována pro použití v náročnějších aplikacích, kde se vyžadovala vyšší rychlost. Do této kategorie patří třeba procesory/řadiče, ASIC, DSP, hradlová pole, logické integrované obvody, paměťové integrované obvody (EEPROM, Flash, DRAM a SRAM), PC chipsety, video-DAC (Digital Analog Converter), multimédia a další související aplikace.

HS-QFP jsou vhodná pro použití v aplikacích, jako je vysoká tepelná energie a regulátory napětí, výkonové zesilovače ERS (Electrical Recovery System), což je patentovaný zesilovač s regenerací energie atd.

VLASTNOSTI:

- Vysokorychlostní zpracování dat
- Vysoká hustota propojení
- Konkurenceschopné náklady
- MCM /stohová struktura návrhu
- Vysoká tepelná vodivá
- Jemné rozteče propojení pomocí mikrodrátku
- Je možné použít bezolovnaté pájení
- Splňuje JEDEC standard

SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder QUAD QFP se provede pomocí testů uvedených v tabulce 10.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A113	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 500 /1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 48/96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin
THT	JEDEC 22-A101-B	85°C/85% RH, 500/1000 hodin
PCT	JEDEC 22-A102	121°C/100% RH, 15 PSI, 96/168/300 hodin

Tabulka 10: Spolehlivostní testy pouzder QUAD QFP [1]

3.2.3 QUAD LQFP/TQFP



Obrázek 7: Pouzdro QUAD LQFP/TQFP [1]

Tento typ pouzder byl vytvořen z důvodu požadavků na co nejmenší výšku čipu Quad, tvar a velikost pouzdra vidíme na obrázku 7. Proto tyto čipy dosahují extra malých rozměrů do výšky. Zařazujeme je podle parametru (t) do dvou podskupin standardu JEDEC. Parametr (t) definuje celkovou tloušťku těla pouzdra.

- L typ: $1,2 < t \leq 1,7$ mm
- T typ: $1 < t \leq 1,2$ mm

Nízký profil a tato speciální skupina QFP pouzder je pořád více a více žádána v mnohých aplikacích. Populárnost roste hlavně z důvodu použití u zařízení, kde vyžadujeme co nejmenší rozměr, takže především u lehkých a přenosných elektronických výrobků. Dnes se tyto pouzdra vyrábějí v různých velikostech a s různým počtem vývodů. Počet vývodů bývá nejčastěji v rozmezích 32 až 256. U LQFP standardně 44 vývodů a u TQFP 176 vývodů. Oblast použití je velmi široká, zahrnuje zejména užití ve všech typech pamětí, DSP a integrovaných obvodech. Díky malým rozměrům pouzdra se docílilo zmenšení elektrické spotřeby a snížení parazitní kapacity hlavně díky redukci plochy vývodů. Další vhodné využití se nabízí v RFIC (Radio Frequency Integrated Circuit), kde identifikujeme objekty pomocí rádiových vln. V tomto případě jsou tato pouzdra vhodná především z důvodu nižší ceny oproti drahým keramickým pouzdrům QFP.

Holé plošky u L nebo T typu QFP pouzdra:

Holá (odkrytá) ploška může být zapájena do DPS (desky plošných spojů) tím způsobem, že dodávané teplo může být řízeno přímo. Kromě toho je tato ploška také elektricky uzemněna a tím je dosaženo především menšího zemnicího indukčního odporu. Holé plošky L(T)QFP jsou také z hlediska nákladů efektivním řešením, dosahují lepších výsledků v tepelné vodivosti, ale také ve snížení elektrické spotřeby.

APLIKACE:

Telekomunikační produkty

- Mobilní telefony
- Bezdrátová síť LAN

Přenosné produkty

- Osobní počítač
- Osobní digitální asistenty
- Digitální fotoaparát

Pouzdra se středním počtem vývodů

- Informace o zařízení

LQFP / TQFP

LQFP pouzdra jsou ideální pro lehké a přenosné elektronické výrobky vyžadující rozsáhlé výkonové charakteristiky. Především díky nízkým elektrickým parazitním vlivům dělá z LQFP vhodný „nástroj“ pro použití v RFIC aplikacích. Ostatně LQFP pouzdra se používají také v drtivé většině aplikací typu lap-top, PC, paměť, video ASIC, DSP, řadiče, procesory, hradlová pole (FPGA/PLD), SRAM a PC čipsety, dále telekomunikační a kancelářské vybavení, diskové jednotky a komunikační desky.

EP-TQFP

Holé plošky TQFP poskytují lepší tepelný výkon, to znamená zvýšení efektivity při odvodu tepla. To má za následek zlepšení podmínek pro návrháře integrovaných obvodů, protože mají větší možnosti a hlavně větší rezervy pro potřebný výkon, který s postupem času ve všech elektrických zařízeních je vyžadován vyšší. Běžné aplikace, kde se využijí holé plošky TQFP se stále rozšiřují a již dnes je možné tyto pouzdra zpozorovat například v telekomunikaci, bezdrátové technologii, pagerech, pevných discích a RF (Radio Frequency) modulech.

VLASTNOSTI:

LQFP/EP-LQFP mají následující vlastnosti:

- Používaná velikost pouzdra těla od 7 x 7 mm do 28 x 28 mm
- Široký výběr velikosti podložky pro splnění požadavků na čipu
- Vlastní projekční způsobilosti základního materiálu
- 32~256 vývodů k dispozici
- Jemné rozteče propojení pomocí mikrodrážku
- Je možné použít bezolovnaté pájení
- Vysoká vodivost mědi na základním materiálu
- Nízké namáhání čipu připojovacími materiály
- Výkonové vylepšení
- Splňuje JEDEC standard

TQFP / EP-TQFP mají následující vlastnosti:

- Používaná velikost pouzdra těla od 10 x 10 mm do 20 x 20 mm
- Široký výběr velikosti podložky pro splnění požadavků čipu
- Vlastní projekční způsobilosti základního materiálu
- 44~176 vývodů k dispozici
- Jemné rozteče propojení pomocí mikrodrážku
- Je možné použít bezolovnaté pájení
- Vysoká vodivost mědi na základním materiálu
- Nízké namáhání čipu připojovacími materiály
- Výkonové vylepšení
- Splňuje JEDEC standard

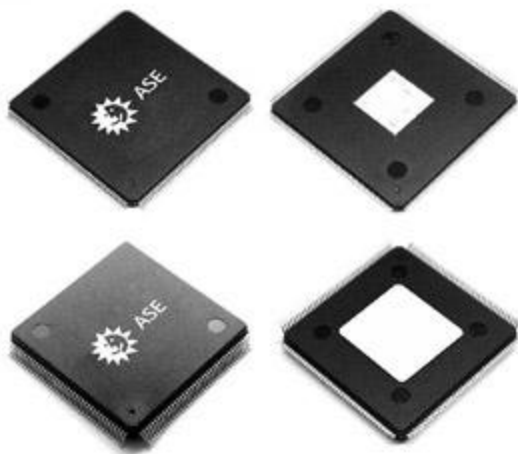
SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder QUAD LQFP/TQFP se provede pomocí testů uvedených v tabulce 11.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 500 /1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 48/96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin
THT	JEDEC 22-A101-B	85°C/85%RH, 500/1000 hodin
PCT	JEDEC 22-A102	121°C/100%RH, 15 PSI, 96/168 hodin

Tabulka 11: Spolehlivostní testy pouzder QUAD LQFP/TQFP [1]

3.2.4 QUAD ve 3D uspořádání



Obrázek 8: Pouzdro QUAD ve 3D [1]

QUAD 3D mají stejné vlastnosti jako pouzdra QFP/LQFP/TQFP, která jsou nyní k dispozici a dají se také použít pro Multi Chip struktury. Názorná ukázka je na obrázku 8.

Celková tloušťka těla pouzdra je definována a standardizována normou JEDEC. Ideálním použitím pro toho řešení může být oblast v lehkých, ale také přenosných elektronických výrobcích.

Při návrhu pouzdra jsme nejčastěji závislí na tloušťce, kterou samozřejmě požadujeme na co nejnížší hodnotě. Tyto požadavky jsou důležité především v částech zařízení (modulech), které požadujeme ve velmi malých rozměrech. Jako příklad můžeme uvést všechny aplikace v oblasti pamětí, DSP a komunikačních integrovaných obvodech. Na základě nízkých hodnot elektrických parazitních výstupů, kterých bylo dosaženo především zkrácením vývodů, dále také snížením a ztenčením QFP pouzder jsou vhodná pro již zmíněné použití. Všechny

jmenované vlastnosti napomáhají těmto typům k prosazení v RFIC aplikacích, které jsou velmi vhodné jako alternativa oproti drahým keramickým QFP pouzdrům.

3.3 Pouzdra BGA (Ball Grid Array)

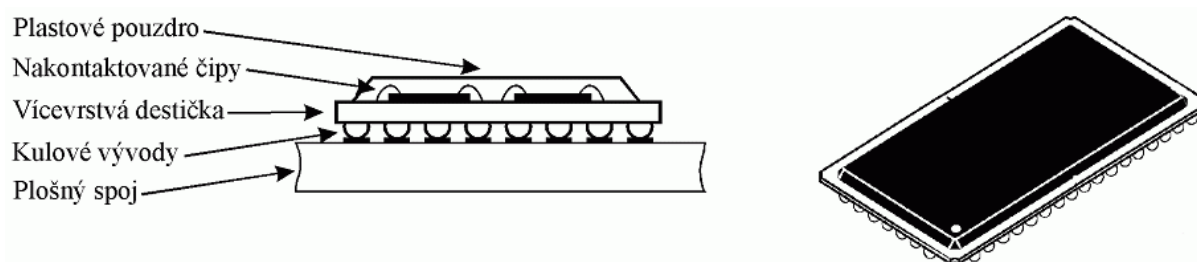
Pouzdra BGA mohou být obecně ve dvou provedeních co do materiálového provedení, buď jako keramická (anorganická), nebo jako laminátová (organická).

Propoje BGA pouzder jsou obecně realizovány na laminovaných vrstvách (obvykle na bázi BT nebo polyamidu). Proto může být celý objem substrátu využit pro vytváření propojovacích cest. BGA má výhodu nízkého umístění zemnění a krátké propoje vedoucí proud nezpůsobují parazitní indukčnost. Proto také přiřazujeme zem nebo napájení sítě přes kratší cestu k základnímu (nosnému) substrátu. Výkonné mechanismy na odvod tepla (chladič, tepelní míče, atd.) mohou být aplikovány na BGA, abychom snížili hodnotu tepelného odporu. Čím vyšší funkční schopnosti technologie BGA pouzdra, tím vyšší úroveň výkonu a vyšších rychlostí integrovaných obvodů můžeme dosáhnout. IO vyžadují zvýšení elektrických a tepelných vlastností.

V porovnání s tradičním SMT pouzdřením, jsou výhody BGA následující:

- Vyšší hustota propojení
- Nižší náklady na montáž
- Samočinné seřazení během přetavení
- Dolní profil
- Snadná tepelné a elektrické vedení
- Snadné propojování

Na obrázku 9 je znázorněn řez pouzdrem BGA, v tomto případě konkrétně pouzdra PBGA. Z obrázku je patrné, že pouzdro BGA (stejně jako PBGA) je připojeno k DPS pomocí kulových vývodů (v případě použití keramiky válečky). Tyto vývody jsou vnořeny do vícevrstvé destičky, na které jsou čipy. Čipy se propojují s vývody nejčastěji technologií kontaktování mikrodrátky (Wire Bonding). Dále musíme zajistit ochranu čipů vhodným typem vnějšího pouzdra. Dobré ekonomické řešení a i dosti odolné pro většinu aplikací je například zalisováním do plastového obalu (pouzdra).



Obrázek 9: Řez pouzdrém BGA [3]

VLASTNOSTI:

Přiložená tabulka 12 znázorňuje u daných typů pouzder BGA vlastnosti v oblasti rozměrů a velikosti pouzdra v jakých se dodávají. Dále počet vývodů a použitý substrát.

- PBGA - Plastic Ball Grid Array (pouzdra BGA s plastovým pouzdrém)
- HSBGA - Heat Slug Ball Grid Array (pouzdra BGA odolná vůči teple)
- L2BGA - je zkratka pro laserové vrstvené BGA
- CSBGA – Chip Scale Ball Grid Array (mají menší tvarový činitel než BGA)
- BT – Bismaleimidová pryskyřice

Parametry a požadavky na určité typy pouzder BGA shrnuje tabulka 12.

Typ pouzdra		Velikost pouzdra (mm)	Počet kuliček k dispozici	Substrát	Celková tloušťka (mm)	Výška kuliček (mm)
PBGA		15x15~45x45	119~1520	2/4/6(BT)	1,61~2,33	1,0/1,27/1,5
HSBGA		15x15~45x45	120~1520	2/4/6(BT)	1,61~2,3	1,0~1,27
BGA s dutinou zespodu	L2BGA	27x27~45x45	256~1140	2/3(BT)	1,53	1,27
	CSBGA	27x27~45x45	256~1140	2/4(BT)	1,70	1,27

Tabulka 12: Vlastnosti u různých typů pouzder BGA []

*Celková tloušťka je dána součtem bodů a montážním odstupem

PLÁN SPOLEHLIVOSTNÍCH TESTŮ:

Spolehlivostní testy bývají obsaženy mezi ostatními testy, které jsou realizovány před uvolněním výrobku na trh. Tyto testy mohou obsahovat široké spektrum různých testů. Určité typy pouzder (např. ty která jsou určena do ztíženého prostředí) nebo i pouzdra nadstandardních požadavků od zákazníka jsou testována důkladněji a většinou také na větší

množství položek. V tabulce 13 je shrnuto několik testů, které se provádí u většiny typů pouzder BGA.

Všechny BGA pouzdra jsou testována teplotními/vlhkostními testy a teplotní cykly jsou předmětem pro přednastavení normy JEDEC, vlhkost úrovně 3 je brána jako hlavní prostředí zátěže (pro pouzdro). Testovací kritérium je definováno jako nulová detekce ze 45 vzorkovacích jednotek.

Teplotní/vlhkostní test	85°C/85% RH, 1000 hodin (JEDEC 22-A101)
Teplotní periodický test	-65°C~150°C, 1000 opakování při 55~125°C, 1000 opakování pro (L2BGA, CSBGA)
Vysoký teplotní skladovací test	150°C, 1000 hodin (JEDEC 22-A103)
Vysoce intenzivní zátěžový test	130°C/85% RH, 33,5, PSI 96 hodin (JEDEC 22-A110)

Tabulka 13: Spolehlivostní testy pouzder BGA [1]

* RH – relativní vlhkost (Relative Humidity)

3.3.1 PGA (Plastic Ball Grid Array)



Obrázek 10: Pouzdro PGA [1]

Plastic Ball Grid Array (PBGA) jsou BGA pouzdra obohacená plastovými (epoxidově litými sloučeninami) zapouzdřeními, viz. obrázek 10. Podle JEDEC standardů má PBGA mít celkovou tloušťku nad 1,7mm.

APLIKACE:

PBGA konstrukčně a funkčně zlepšují výkon a elektrické vlastnosti např. u grafiky, počítačových čipsetů (PLD, DSP), komunikačních sítí, mikroprocesorů a kontrolérů, obvodů ASIC, hradlových polí a paměťových modulů.

VLASTNOSTI:

BGA jsou vhodná pro vysoký výkon a vysokou rychlost integrovaných obvodů, které jsou náročné jak na elektrické, tak také na teplotní vylepšení. V tabulce 14 jsou uvedeny základní vlastnosti charakteristické pro pouzdra BGA.

15x15 mm až 45x45 mm pouzdra
119 kuliček až 1520 součet
Vysoká hustota propojení
Nízké náklady na montáž
Samočinné nastavení během přetavení
Nízký profil
Snadné tepelné a elektrické vedení, snadné propojování
Dobrý ztrátový výkon
Popisuje standard JEDEC MS-034
Bezolovnatý proces k dispozici
Plná vnitřní projekční způsobilost

Tabulka 14: Souhrn vlastností pouzder PGA [1]

SPOLEHLIVOST:

V tabulce 15 jsou uvedeny následující pojmy:

MSL – úroveň citlivosti vlhkosti (Moisture Sensitivity Levels)

TCT – cyklický tepelný test (Temperature Cycle Test)

HAST – velmi zrychlený stresový test (Highly Accelerated Stress Test)

HTST – zkouška skladování při vysoké teplotě (High Temperature Storage Test)

RH – relativní vlhkost (Relative Humidity)

Jedná se o pojmy, které vychází ze standardu JEDEC. JEDEC je mezinárodní standard, který určuje, co musí určitý výrobek splňovat, aby spadl pod určitou třídu spolehlivosti.

Zkoušený předmět	Výchozí standard	Stav/Délka
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 500, 1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 500/1000 hodin

Tabulka 15: Spolehlivostní testy pouzder PGA [1]

3.3.4 HSBGA



Obrázek 11: Pouzdro HSBGA [1]

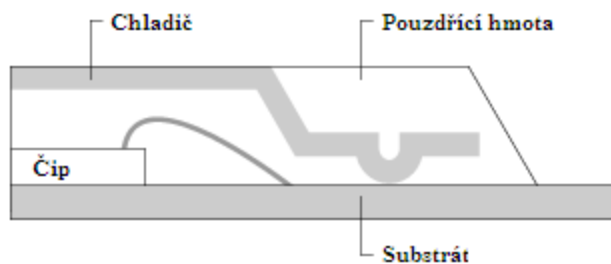
Teplotně náporová BGA pouzdra (HSBGA), jsou v podstatě obohacená neboli modernizovaná PBGA pouzdra, grafické znázornění je na obrázku 11. Ve hmotě, která tvoří pouzdro je vpraven měděný materiál, který zlepšuje odvod tepla, tím je dosaženo menšího teplotního odporu (θ_{JA}), oproti PBGA je použita hmota stejná. Teplotní odpor (θ_{JA}) u HSBGA je obecně o 20% menší, než u pouzder PBGA a dosahuje se hodnot 5 až 6 W na rozptyl tepla pod přirozenou konvekcí. Výhodou je, že tato technologie může být aplikována na všechny druhy čipů shora (Die-up) např. 2 nebo 4 vrstvá BT a kovová jádra. HSBGA jsou výborným řešením jakožto levné a efektivní pouzdra v aplikacích, kde se vyžaduje vysoký výkon, vysoká rychlost integrovaných obvodů, jako například užití v grafických čipech u kterých to bývá většinou seriózní problém. Dále najdou uplatnění v komunikačních a síťových integrovaných obvodech.

APLIKACE:

HSBGA jsou výborným řešením pro produkty, které vyžadují lepší tepelné vlastnosti a to má za důsledek požadavky na vyšší výkony pouzder, který se uplatní u vysokorychlostních obvodů. Tyto obvody se používají v osobních počítačích. Tento typ pouzder se také uplatní v síťových a grafických integrovaných obvodech, datové komunikaci a v obvodech určených především pro spotřebitelské a komunikační aplikace.

VLASTNOSTI:

Pouzdra typu HSBGA jsou nepostradatelná v oblasti užití vysokého výkonu a vysoké rychlosti IO, tyto obvody vyžadují vynikající elektrická a tepelná vylepšení. Obrázek 12 zobrazuje uspořádání uvnitř pouzdra HSBGA.



Obrázek 12: Pouzdro BGA HSBGA [1]

V tabulce 16 jsou shrnuty hlavní výhody pouzder HSBGA.

15x15 mm až 45x45 mm pouzdra
120 kuliček až 1520 součet
Nízkonákladová efektivita
Dobry elektrický, tepelný a ztrátový výkon
Popisuje standard JEDEC MS-034
Bezolovnatý proces k dispozici
Plná vnitřní projekční způsobilost
Plná elektrická a tepelná schopnost

Tabulka 16: Souhrn vlastností pouzder PGA HSBGA [1]

SPOLEHLIVOST:

Sada standardních spolehlivostních testů uvedených v tabulce 17 pro pouzdra PGA HSBGA.

Zkoušený předmět	Výchozí standard	Stav/Délka
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 1000 hodin

Tabulka 17: Spolehlivostní testy pouzder HSBGA [1]

3.3.5 BGA s cavitou zespodu

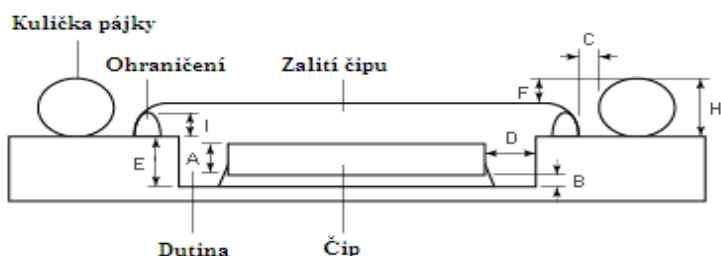
CAVITA (DUTINA) ZESPODU, TEPELNĚ ROZŠÍŘENÁ BGA:

Dutina zespodu je tepelné rozšíření u pouzder BGA. Toto řešení se uplatňuje v případě, že požadujeme rozptyl tepla od 6 W výše. Návrh spočívá v usazení čipu na měděném chladiči, na kterém se teplo snadno odvede a rozptýlí do prostoru. Tato metoda ustálí výkonnostní odchylku z čipu na základě jeho plochy. Tímto způsobem se docílí snížení tepelného odporu z polovodičového přechodu na pouzdro (θ_{JC}), který zajistí externí chladič, případně ventilátor, který dokáže pracovat efektivněji.

Pouzdra s dutinou zespodu jsou nabízeny prostřednictvím L2BGA a CSBGA. Obecně platí, že dutina zespod u BGA pouzder zvýší tepelný výkon přibližně o 15 až 20% oproti 4-vrstvým PBGA a v porovnání s 2-vrstvými přibližně o 35%. Elektrický výkon při použití pouzdra s dutinou zespodu je také významně efektivnější. Důvodem je přičtení jejich flexibilní dispozice pro rozsáhlé propojovací cesty v různých vrstvách, dále kratší propoje a lepší účinek stínění a lepší odvod tepla díky měděnému chladiči. Chladič plně pokrývá signálové cesty. Dutina zespod poskytuje vyšší odolnost vůči vnějšímu EMI (Electro-Magnetic Interference), což jsou elektromagnetické interference hluku.

Typ pouzder BGA s dutinou zespodu je bezesporu výborným řešením pro použití v grafických čipech, síťových a komunikačních obvodech s požadavky na vysoký výkon a vysokorychlostní obvody u kterých jsou požadavky na velké množství datového toku.

DUTINA ZESPODU U BGA POUZDRA VLASTNOSTI:



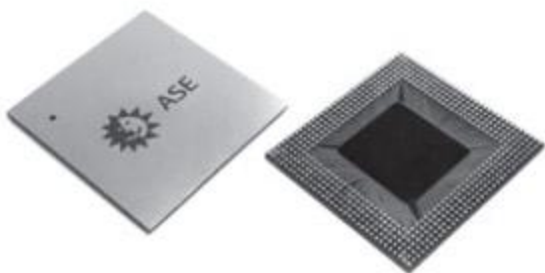
Obrázek 13: Vnitřní uspořádání pouzdra BGA s dutinou zespodu [1]

Obrázek 13 zobrazuje vnitřní upořádání pouzdra BGA s dutinou zespodu a tabulka 18 popisuje a vysvětluje okótované části.

Symbol	Popis
A	Tloušťka pouzdra
B	Tloušťka epoxidu
C	Vzdálenost mezi okrajem pouzdra a zapouzdrění pájecí kuličky
D	Mezera mezi čipem a montážním rámečkem
E	Hloubka dutiny
F	Vůle mezi pouzdricí hmotou a kuličkou (Stand off)
H	Výška pájecí kuličky
I	Výška s myčky

Tabulka 18: Seznam kót z obrázku 13

3.3.5.1 BGA s dutinou zespodu - L2BGA



Obrázek 14: Pouzdro L2BGA [1]

APLIKACE:

Teplotní vylepšení, kterého se dosáhlo, při návrhu tohoto pouzdra nám umožňuje užití v mnoha aplikacích, do kterých zahrnujeme vysokorychlostní čipy, vysoce výkonné polovodiče jako jsou ASIC, mikroprocesory, hradlová pole a DSP. Dále najdou uplatnění na trhu telekomunikací, solárních technologiích, laptotech, PDA (Personal Digital Assistant), VME CPU (Virtual Mode Extension Central Processor Unit), BUS tabule (reklamní plochy v autobusu), video a bezdrátové rozhraní. Realizace pouzdra L2BGA je na obrázku 14.

BGA s dutinou zespodu je výborným řešením pro grafické, síťové a komunikační obvody. Také pro oblasti, kde je požadavek na vysoký výkon a vysokorychlostní řešení.

VLASTNOSTI:



Obrázek 15: Pouzdro L2BGA z boku [1]

Obrázek 15 znázorňuje dutinu zespodu a v tabulce 19 jsou uvedeny výhody, které z tohoto technologického řešení plynou.

Vynikající tepelné vlastnosti (>6 W)
Vynikající elektrický výkon
Rozvíjení návrhu substrátu pomocí laseru (VIA), pro mnohem vyšší hustotu propojení
Návrh substrátu s možností kontroly deformace substrátu a zlepšení tepelného rozptylu
JEDEC MO-192 / MS-034 standard

Tabulka 19: Souhrn vlastností pouzder L2BGA [1]

SPOLEHLIVOST:

Spolehlivostní testy, které jsou uvedeny v tabulce 20, jsou standardními testy jako u jiných pouzder BGA.

Zkoušený předmět	Výchozí standard	Stav/Délka
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-55°C až 125°C, 1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 1000 hodin

Tabulka 20: Spolehlivostní testy pouzder L2BGA [1]

3.3.5.1 BGA s dutinou zespodu-CSBGA



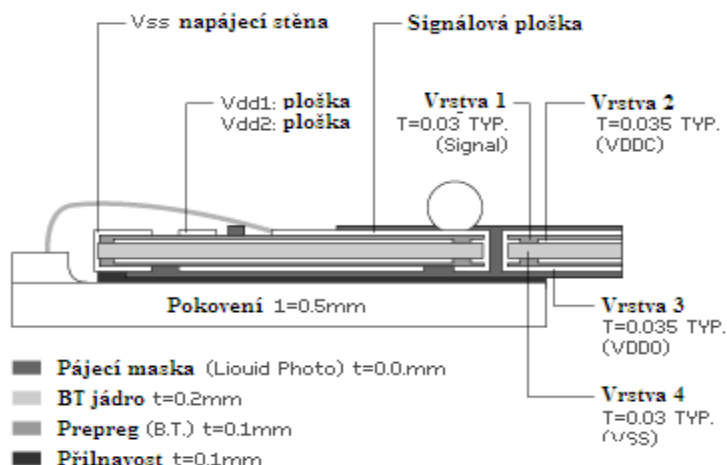
Obrázek 16: Pouzdro CSBGA [1]

APLIKACE:

Teplotní vylepšení, kterého se docílilo při návrhu tohoto pouzdra, nám umožňuje užití v mnoha aplikacích, do kterých zahrnujeme vysokorychlostní čipy, vysoce výkonné polovodiče jako jsou ASIC, mikroprocesory, hradlová pole a DSP. Dále najdou uplatnění na trhu telekomunikací, solárních aplikací, laptotech, PDA (Personal Digital Assistant), VME CPU (Virtual Mode Extension Central Processor Unit), BUS tabule (reklamní plochy v autobusu), video a bezdrátové rozhraní.

BGA s dutinou zespodu je výborným řešením pro grafické, síťové a komunikační obvody pro vysoký výkon a vysokorychlostní řešení.

VLASTNOSTI:



Obrázek 17: Vnitřní uspořádání v pouzdru CSBGA [1]

Obrázek 17 znázorňuje vnitřní uspořádání zapojení v pouzdru CSBGA a v tabulce 21 jsou uvedeny výhody, které z tohoto technologického řešení plynou.

Vynikající tepelné vlastnosti ($>6\text{ W}$)
Vynikající elektrický výkon
Relativně nízká cena v porovnání s L2BGA o 10~50% levnější
Návrh substrátu s vedoucí cestou přes VIA otvor, tento způsob propojení je vhodný pro nízkonákladovou výrobu
Návrh substrátu s boční stěnou, chromování na okraji dutiny vede ke snížení délky vodiče a Zvýšení hustoty propojení
JEDEC MO-192 / MS-034 standard

Tabulka 21: Souhrn vlastností pouzder CSBGA [1]

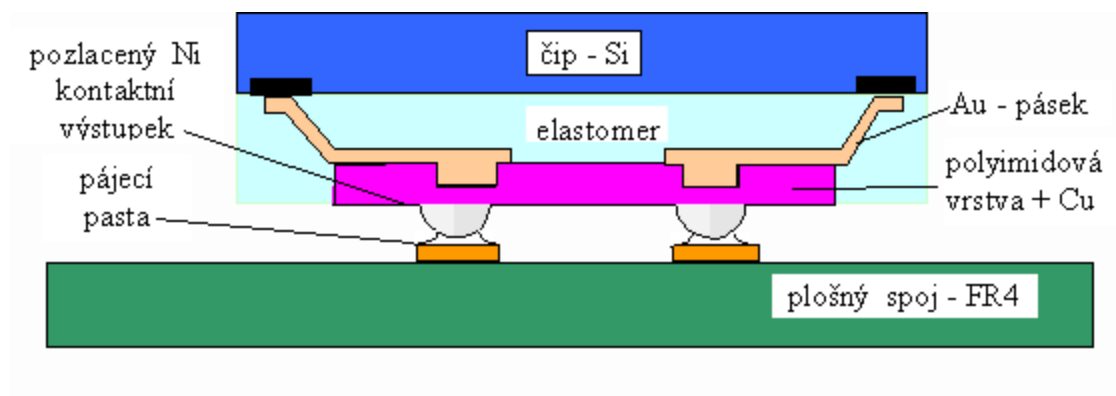
SPOLEHLIVOST:

V tabulce 22 jsou uvedeny testy prováděné na CSBGA typu pouzder.

Zkoušený předmět	Výchozí standard	Stav/Délka
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, $30^{\circ}\text{C}/60\% \text{ RH}$, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-55°C až 125°C , 1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	$130^{\circ}\text{C}/85\% \text{ RH}$, 33,5 PSI, 96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C , 1000 hodin

Tabulka 22: Spolehlivostní testy pouzder CSBGA [1]

3.4 Pouzdra CSP (Chip Scale Package)

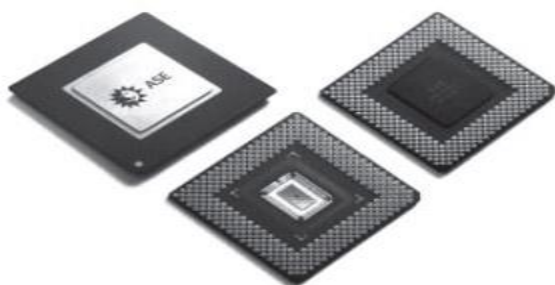


Obrázek 18: Řez pouzdrém CSP [2]

Pouzdra CSP (Chip Scale Package) určují druh zapouzdření v rozsahu čipu. Obrázek 18 znázorňuje možné uspořádání v pouzdru CSP. Pro toto pouzdro jsou charakteristickými vlastnostmi výsledný rozměr na použitém substrátu nepřesahující 120% plochy použitého čipu. Z dosud napsaných vět vyplývá, že Pouzdra CSP nejsou určitou specifickou oblastí pouzder samotných a ani nezajišťují specifikaci pro pouzdra z hlediska výrobní technologie. Pouzder CSP se využívá v aplikacích vyžadujících na malé ploše velkou hustotu aktivních a pasivních součástek. U pouzder CSP vývody nepřesahují plochu samotného čipu nebo jen minimálně. Vývody jsou realizovány co nejkratší, abychom docílili co nejlepších vlastností po elektrické stránce.

Více o pouzdrech CSP a o jejich použití v kapitole SiP

3.5 Pouzdra PGA



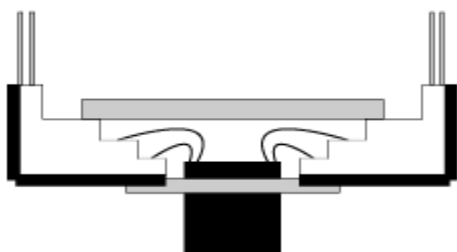
Obrázek 19: Pouzdro PGA [1]

Pouzdro PGA je tvořeno křemíkovým mikročipem montovaným většinou aktivní stranou dolů k substrátu, viz. obrázek 19. Mikročip je pokryt tepelně vodivým materiálem pro dosažení dobrého odvodu tepla. Je rychlejší a výkonnější, umožňuje zvyšování nároků na vyšší výkon pouzder především v oblastech tepelných, mechanických a elektrických. Provedení pouzdra musí odpovídat požadavkům zařízení, ve kterém budou jeho součástí. Pouzdra PGA mají dobré parametry při absorbování teploty, mechanické a elektrické výkonnosti a díky tomu splňují vysoké požadavky na poskytovaný výkon.

APLIKACE:

PGA pouzdra se uplatní v náročných aplikacích a u vysoce výkonných mikroprocesorů.

VLASTNOSTI:



Obrázek 20: Jedno z možných provedení pouzdra PGA [1]

Obrázek 20 znázorňuje možné provedení pouzdra PGA a tabulka 23 jeho provozní vlastnosti.

Vynikající tepelné vlastnosti
Výborný elektrický výkon
Vysoká mechanická pevnost
Výborná vysokofrekvenční izolace
Žádná absorpce vody

Tabulka 23: Souhrn vlastností pouzder PGA [1]

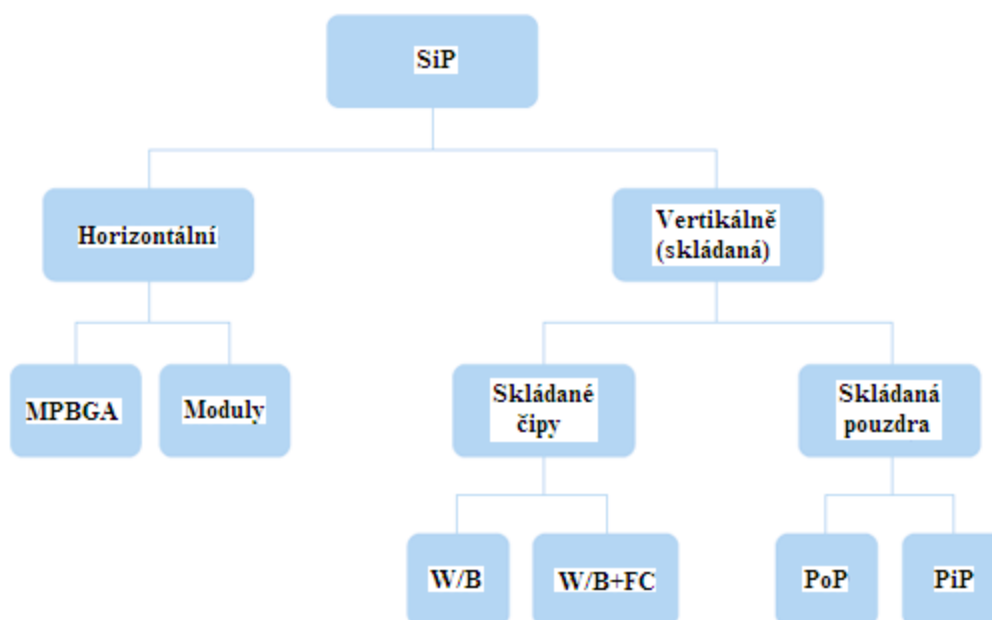
SPOLEHLIVOST:

Spolehlivostní testy prováděné u pouzder PGA jsou uvedeny v tabulce 24.

Zkoušený předmět	Výchozí standard	Stav/Délka
TCT	-40°C až 150°C	1000 cyklů (MIL STD-883)
TST	-65°C až 150°C	1000 cyklů (MIL-STD-883)

Tabulka 24: Spolehlivostní testy pouzder PGA [1]

3.6 Pouzdra SiP



Obrázek 21: Rozdělení pouzder SiP [1]

Systém in Package (SiP) můžeme rozdělit do určitých kategorií a podkategorií, které jsou naznačeny na obrázku 21. Obecně SiP splňují rostoucí nároky na miniaturizaci a rozsáhlejší funkčnost. SiP plní roli plně funkčního systému nebo subsystému, který funguje na úrovni pouzření. Pouzdra SiP působí na poli 2D, ale také 3D integrovaných modulů, která jsou seřazena vedle sebe nebo na sobě. Je možné do pouzdra přidat další pasivní nebo jinou požadovanou komponentu, tím se vybuduje plná sub funkce systému.

SiP se používají hlavně v oblasti počítačů, komunikace, spotřební a automobilové elektronice. Průmysl a vývoj ukazuje velké rozšíření především v oblasti mobilních telefonů, GPS, PDA a podobně.

U pouzder SiP je hlavní strategie v co nejmenším tvarovém faktoru, inovovaných funkcích, flexibilním návrhu, systémové integrace, vysokého elektrického výkonu a v neposlední řadě v nízkých nákladech.

Rozdělení SiP pouzder můžeme definovat do dvou hlavních skupin včetně čipové (Die) pouzdřicí kombinace. Hlavní propojovací technologie jsou pomocí mikrodrátku (Wire Bonding), dále obrácený čip (Flip Chip) a obecně aplikovaná povrchová montáž (SMT - Surface Mount Technology).

MPBGA (Multi Package BGA):

MPBGA je KGD (Known Good Die) řešení a integruje více funkčních komponent na úrovni pouzdření rychlého a vysoce výkonného subsystémového řešení. Je složena z propojení pomocí mikrodrátku (Wire Bonding) a Flip Chip. Těchto technologií se používá u moderní povrchové montáže. Umožňuje to zlepšení flexibility, návrhu a efektivity ve výrobě.

MODULY:

Plně funkční subsystémy v čisté geometrii pouzder LGA (Land Grid Array) nebo BGA. Jednu nebo i více aktivních integrovaných obvodů s MC (Multi Chip) úrovní propojování (Wire Bonding nebo Flip Chip) a skládání z laminovaného substrátu, vývodového systému (Leadframe), keramických nebo silikonových struktur.

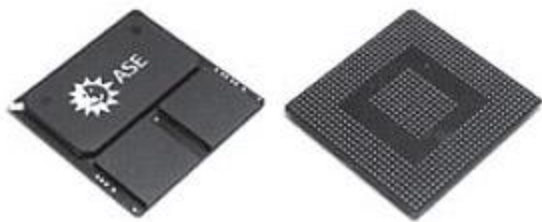
STOHOVANÉ-SKLÁDANÉ ČIPY:

Stohované pouzdro je typický a hlavní zástupce z produktů, které spadají pod SiP. Stohované pouzdro má přidáno vertikální uložení mezi rozhraním čip-čip (Die to Die), pro kombinaci několika struktur do jediného pouzdra o určitém tvaru. Toto může výrazně vylepšit elektrický výkon díky třídění signálu komunikačními cestami mezi zařízeními a tím se také sníží úroveň systémových požadavků. Skládaná technologie zahrnuje drátové i kuličkové propoje (včetně Flip Chip) a také přesahy jednotlivých čipů s cílem dosažení flexibilního návrhu a struktury.

STOHOVANÁ-SKLÁDANÁ POUZDRA:

Stohované pouzdro je KGD (Known Good Die) řešení, toto řešení zahrnuje PiP (Package in Package) a PoP (Package on Package). Skládaná pouzdra umožňují realizaci 3D myšlenky (návrhu). Každé pouzdro je individuálně sestaveno a testováno před integrováním. To je také řešení, jak je možné zlepšit testování a zahořování pouzdra (Package Burn), tento způsob poskytuje vyšší výkon.

3.6.1 SiP MPBGA



Obrázek 22: Pouzdro SiP MPBGA [1]

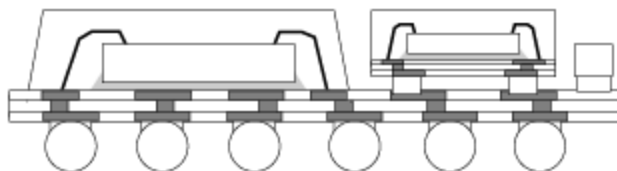
Z důvodu potřeby vyšší hustoty propojení, požadavkům na vysoký výkon a efektivnost nákladů pomohl urychlit vývoj pouzder typ Systém on Chip (SoC), a System in Package (SiP). Pouzdro SiP v provedení MPBGA je naznačeno na obrázku 22. Nejaktuálnější montážní technologií je Multi Chip Module (MCM) pouzdro. To sdružuje různé funkce čipů, jako jsou mikroprocesory, paměti, logiky, optické integrované obvody a kondenzátory na minisubstrátech, které jsou umístěny na jednotlivých pouzdrech a ty jsou osazeny na velkém DPS (tento typ je také znám pod pojmem „další nebo také druhá úroveň pouzdření“.

APLIKACE:

MPBGA (Multi Package Ball Grid Array) využívá montážní metody MCM. Využívá nejnovější integrované obvody pouzdřené pro velkokapacitní produkty. Elektrické a tepelné vlastnosti, ale také cenová dostupnost pouzdra MPBGA umožňuje návrháři systému integrovat několik čipů do jednoho pouzdra.

Začlenění několika polovodičových technologií do jednoho pouzdra MPBGA nabízí vynikající výhody pro mnoho aplikací, kde jsou kladeny velké požadavky na velikost, hmotnost, elektrický výkon a hustotu desky plošných spojů (DPS). Všechny zlepšené vlastnosti v oblasti vysokorychlostního výkonu a zlepšení tepelné schopnosti pouzdra MPBGA pomáhají v náročných obvodech pro osobní počítače, sítě, grafické čipy, datové komunikace, spotřební integrované obvody, telekomunikace, v analogových a digitálních obvodech, ASIC a v poslední řadě u paměťových konstrukcí.

VLASTNOSTI:



Obrázek 23: Řez pouzdrům SiP MPBGA [1]

Obrázek 23 nastiňuje vnitřní uspořádání pouzdra SiP MPBGA, kde je obsaženo několik pouzder BGA v Multi Chip provedení na základním substrátu. V tabulce 25 jsou uvedeny vlastnosti pouzder MPBGA.

Snížená velikost a hmotnost
Efektivnější využití křemíku
Snížené zpoždění signálu a šumu
Nižší spotřeba energie
Vyšší rychlosti a šířky pásma
Výborný elektrický výkon díky zmenšení počtu úrovní a propojení
Přizpůsobení návrhu propojení na substrátu
Úspora místa
Systémová integrace

Tabulka 25: Souhrn vlastností pouzder MPBGA [1]

SPOLEHLIVOST:

MPBGA (31x31 PBGA + 12x12 CSP)	
MSL	JEDEC úroveň 3 30°C/60%, 192 hodin, IRx3, 220C
TCT	-65°C~150°C, 1000 cyklů
HAST	130°C/85% RH, 33,5 PSI 50/100 hodin
HTST	150°C, 1000 hodin
THT	85°C/85%, 100 hodin

Tabulka 26: Spolehlivostní testy pouzder MPBGA 1 [1]

Tabulky 26 a 28 uvádí použití různých testů na základě použití jiného typu pouzdra a jiné úrovně, na které se testuje. V tabulce 27 jsou uvedeny testy pro bezolovnaté pájení.

Bezolovnaté pájení	
MSL	JEDEC úroveň 3 30°C/60%, 192 hodin, IRx3, 260C
TCT	-55°C~125°C, 1000 cyklů
HAST	130°C/85% RH, 33.5 PSI, 50/100 hodin
HTST	150°C, 1000 hodin
THT	85°C/85%, 100 hodin

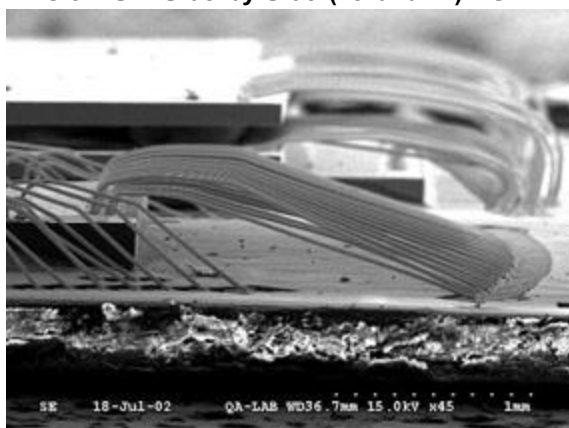
Tabulka 27: Spolehlivostní testy pouzder MPBGA 2 [1]

Úroveň desky (Board Level):

MPBGA (35x35 PBGA + 12x12 CSP)		
Teplotní cyklus	-40°C~125	Žádná selhání po 702 cyklů
Teplotní cyklus	40°C~125	Žádná selhání po 1300 cyklů
Ohyb	1 mm prohnutí/1 Hz	63,2% chyb 272200 cyklů
Pádová zkouška	z 1 m výšky	100 pádů bez selhání od CSP

Tabulka 28: Spolehlivostní testy pouzder MPBGA 3 [1]

3.6.2 SiP Side by Side (vertikální) BGA



Obrázek 24: Detailní pohled na vertikální montáž čipů BGA v provedení SiP [1]

Na obrázku 24 je naznačeno možné vertikální rozložení pouzder BGA v provedení SiP.

APLIKACE:

PC

- Čipsety
- Grafické a paměťové aplikace

Spotřebitelské

- Herní konsole
- Set top box (zařízení pro příjem digitálního pozemního signálu)

Komunikace

- PDA (Personal Digital Assistant)
- Bluetooth moduly

VLASTNOSTI:

- Používaná velikost pouzdra těla od 23 x 23 mm do 45 x 45 mm
- Plná schopnost vlastního návrhu
- Jemné rozteče při propojení drátkem
- Bezolovnaté procesy k dispozici
- Vysoká rychlost
- Dobrý tepelný výkon
- Různá zařízení integrovaná uvnitř jednomu pouzdru
- Cenově výhodné řešení pro vysokou hustotu pouzder
- Eliminované použití druhého stupně pouzdra
- Dobrý elektrický výkon
- splňuje JEDEC standard

SPOLEHLIVOST:

Úroveň pouzdra:

Zkoušený předmět	Výchozí standard	Stav/Délka
MSL	JEDEC úroveň 3, 30°C/ 60% RH	192 hodin
PCT	121°C/ 100% RH/ 2 atm	168 hodin
TCT	-65°C~150°C	1000 cyklů
HAST	130°C/ 85% RH	96 hodin
HTST	150°C	1000 cyklů

Tabulka 29: Spolehlivostní testy pouzder SiP Side by Side (vertikální) BGA [1]

kde: atm – vyjádření tlaku v atmosférách dle výrobce

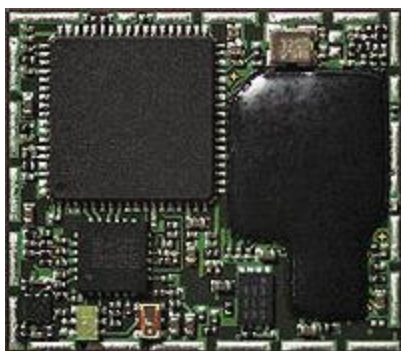
Tabulky 29 a 30 uvádí testy prováděné na úrovni pouzdra a na úrovni desky.

Úroveň desky (Board Level):

Zkoušený předmět	Výchozí standard	Stav/Délka
TCT	-40°C~125°C	3500 cyklů bez chyby
THT	85°C/85% RH	1000 hodin bez chyby
Test vibrací	4 úsekové vibrační testy ve všech osách	Bez chyby

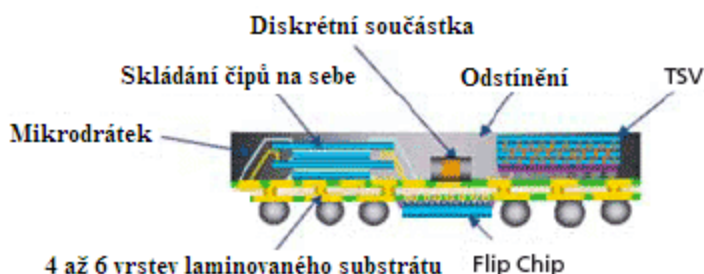
Tabulka 30: Spolehlivostní testy pouzder SiP Side by Side (vertikální) BGA [1]

3.6.3 SiP Modul



Obrázek 25: Pouzdro SiP [1]

Systém in Package (SiP) moduly jsou na trhu velmi žádané. Příklad jak může SiP modul vypadat je na obrázku 25. Zájem o tyto moduly pořád více vzrůstá v období posledních několika let. Nyní jsou jedním z nejvíce prosazovaných modulů. Důvodem je výborné uplatnění v polovodičovém průmyslu, kde vzrostla výrazná úspora na nákladech, menších rozměrech, vyšší úrovni integrace a neustálému zlepšování výkonu. SiP moduly jsou velmi přijatelné pro koncové zákazníky, kteří využívají bezdrátovou komunikaci zejména u aplikací včetně RF částí v mobilních telefonech a v bezdrátovém připojení.



Obrázek 26: Detailní řez pouzdrem SiP [1]

kde: TSV – otvor přes jednotlivé vrstvy DPS (Through Silicon Vias)

SiP Modul je plně funkční subsystém, který je graficky ukázán v řezu na obrázku 26. Subsystém používá na nosiči (substrátu) kombinovaného řešení s jedním nebo více integrovanými obvodovými čipy a pasivními součástkami v BGA nebo LGA pouzdrech. Polovodičové čipy realizované technologií např. CMOS, BiCMOS, GaSa a další, jsou v provedení buď jako Flip Chip nebo propojené mikrodrátkem (Wire Bonded) uvnitř nosiče s vývodovým systémem, jenž je obvykle v provedení z laminátu nebo LTCC substrátu. Pasivní součástky, jako jsou odpory, kondenzátory, induktory a filtry (PAV/SAW) jsou začleněny do modulu ve formě diskretních a pasivních, integrovaná pasivní zařízení, nebo vložené pasivy přímo v substrátu. Velmi často je SiP opatřen ochranným pouzdrem, jako kovovým „víčkem“ nebo „zalitím“ (zapouzďením). V zapouzďení je zahrnuta mechanická ochrana, ale také ochrana stíněním, která chrání před EMI (Electromagnetic Interference) na úrovni modulu.

APLIKACE:

SiP technologie se snaží spojit všechny součásti konkrétních funkcí do jediného zařízení přes moderní pouzdro místo křemíku monoliticky prostřednictvím integrace. Schopnost integrovat různé čipy touto technologií nám umožní snížit celkovou cenu produktu a tím je dosaženo konkurenceschopnosti a kratší doby uvedení produktu na trh. Tyto vlastnosti jsou hnací silou pro technologii SiP. Díky těmto klíčovým atributům jsou moduly SiP široce používány v bezdrátových technologiích nebo v RF aplikacích jako jsou:

1. Výkonné zesilovače
2. Vysílače a přijmače
3. Předozadní moduly (Front-end)
4. Anténa spínacího modulu
5. Bluetooth
6. WLAN (802.11 a / b / g)
7. GPS / AGPS
8. Mobilní TV (DVB-T / H)
9. WiMax (802.16e)

Klíčové výhody SiP modulů:

Čas potřebný pro systémovou úroveň návrhu je výrazně snížen, tak jako jednotlivé komponenty SiP, které jsou vyvinuty současně. Toto vše nakonec znamená, že výrobky mohou být na trh uvedeny daleko rychleji. SiP dodává produktům vyšší hodnotu a to pocítí nejvíce koncoví uživatelé.

Systemový návrh integrace:

SiP moduly snižují složitost DPS posunem v propojování a komplexnosti modulového substrátu. V důsledku toho jednotky vrstev u DPS jsou jednodušší a snižují zátěž pro systémové návrháře. Modul SiP může také sloužit jako určitý blok zařízení typu Plug and Play (to je zařízení, které je možné za chodu připojovat nebo odpojovat). Tato možnost dává příležitost návrhářům pro přidávání dalších funkcí do systému pomocí minimalistických návrhů.

Zjednodušený systémový test:

Všechny dodávané SiP moduly jsou předtestovány, tím se ověřuje jejich spolehlivost a kvalita. Tento způsob zjednodušuje testování systému zařízení a snižuje se požadavek na zkušební testy ve výrobě na úrovni koncové výroby OEM (Original Equipment Manufacturer).

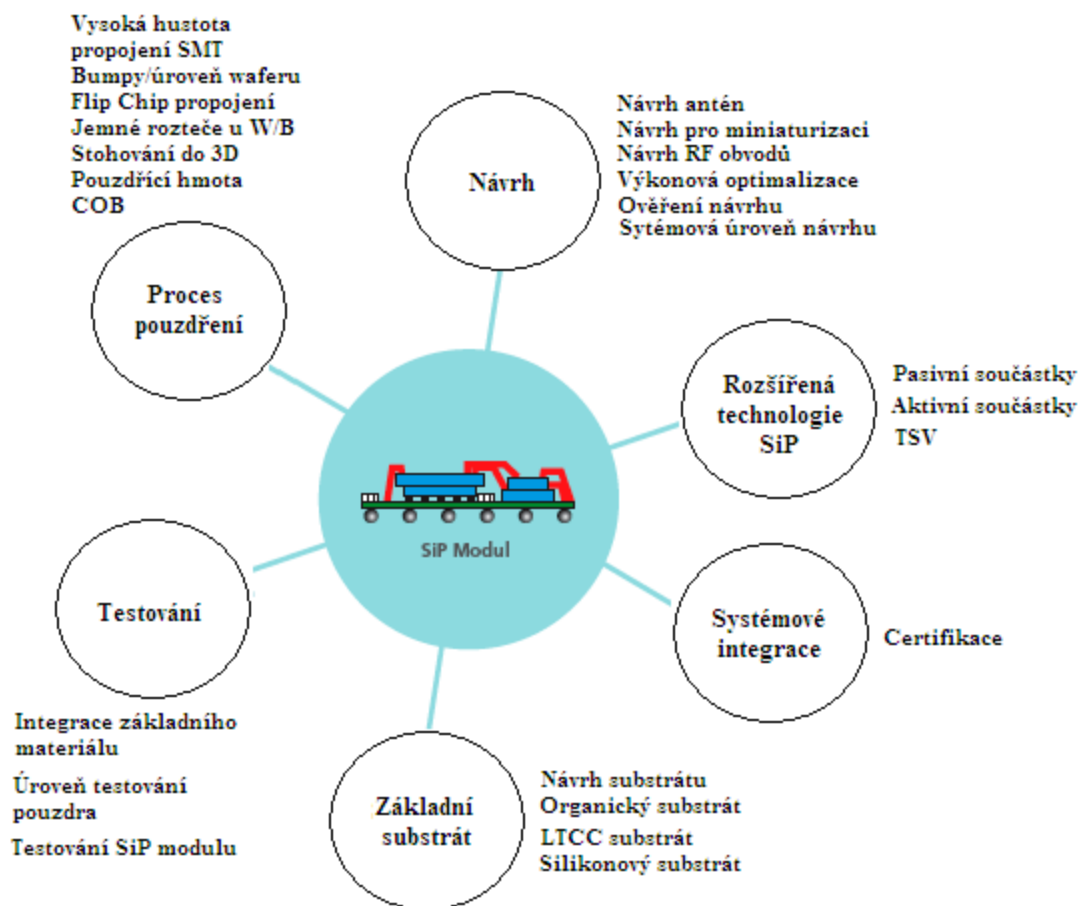
Snadné řízení logistiky:

SiP moduly snižují počet položek v inventáři a tím je možné docílit menšího počtu výrobních kroků, které jsou nutné na úrovni desky.

Vyšší efektivita výroby a výnos:

Přísné testovací postupy jsou prováděny po celou dobu vytváření SiP modulu. V této fázi je každá komponenta důkladně a přitom i individuálně testována. To má za následek vyšší výnos a testování SiP na deskové úrovni.

Schopnost SiP modulů:



Obrázek 27: Návrh a vlastnosti u technologie SiP [1]

SiP je ideální řešení pro systémovou integraci. Struktura návrhu a vlastností u pouzder SiP je na obrázku 27. Většinou se spolupracuje se zákazníky, aby se navrhlo optimální řešení pouzdra SiP, které přinese značné zvýhodnění v oblasti nákladů, velikosti a výkonu, konstrukce bez vzájemného ovlivňování (interakce) a kratšího vývojového cyklu. Technici co vytváří návrh pro modul SiP se snaží co nejlépe pochopit záměr zákazníka a i případné obavy, kvůli komplikacím, které by mohly vzniknout během provozu. Proto je nezbytně nutné, aby inženýři měli potřebné znalosti a byly schopni určit správnou možnost řešení nebo v případě řešení prosadit kompromis, pomocí kterého se dosáhne optimálního výsledku, který uspokojí zákazníka a splní spolehlivost, životnost a ekologičnost výrobu.

Systemová integrace:

- GSM / CDMA / WCDMA
- Bluetooth / WLAN (802.11 a / b / g)
- GPS
- Mobilní TV: DVB-T/H
- WiMax

SiP Modul optimalizovaný návrh (Co-Design)

- Referenční design a schéma překladu
- RF návrh obvodu
 - RF charakterizace
 - R / L / C složek
 - RF filtry: SAW
 - Vhodné obvody
 - Simulační nástroje: Agilent ADS, Momentum, HFSS
- anténové návrhy
- Řešení stínění
- Substráty dispozičního řešení
 - Laminátové substráty
 - LTCC substráty
 - Návrhové nástroje: Cadence APD, Autocad, Synopsys

Poradenství pro výběr pouzdra:

- Výběr pouzdra a konfigurace
- Návrhová pravidla a směrnice
- Způsobilost procesu

SiP Moduly test a poradenství

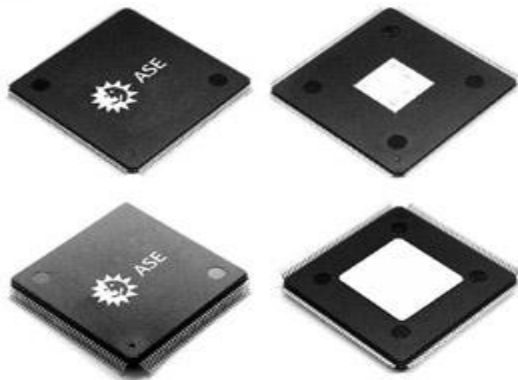
- RF snímací destičky

- RF ATE (Automated Test Equipment) platformy
- Testování návrhové prostředky a výroba
- Závěrečný test vývojového řešení
- výběr zařízení a konfigurace
- Test vývojového softwaru
- Automatické osazování (Pick & Place)

Kvalifikované procesy pro bezdrátové moduly SiP:

1. S vysokou hustotou a jemnou roztečí SMT
2. Provedení stínění (EMI)
3. Jemné rozteče při propojení drátkem (Wire Bonding)
4. Skládání více čipů pouzder
5. Flip Chip
6. Úroveň pouzdření na Waferu
7. Multi chipová pouzdra
8. Podtlakovým asistent zformuje aplikace
9. Rozvoj v pasivních součástkách
10. Bezolovnatá provedení pouzdra

3.6.4 SiP Stack Leadframe (stohování montážních rámečků) - QFP/LQFP/TQFP



Obrázek 28: Pouzdra QFP/LQFP/TQFP v provedení SiP [1]

Skládaný montážní rámeček (Leadframe) má ty samé vlastnosti jako QFP/LQFP/TQFP, vidíme na obrázku 28. V dnešní době je k dispozici ve struktuře více čipů (Multi Chip).

Celková tloušťka těla pouzdra je definována podle standardu JEDEC. Tato pouzdra jsou ideální pro použití v lehkých a přenosných elektronických výrobcích.

V závislosti na počtu vývodů, počtu čipů a požadavkům na tloušťku je vhodné použití zejména ve všech aplikacích pamětí, DSP, komunikací a IO. Vzhledem k nízkým elektrickým parazitním vlastnostem vývodů, kterých je dosaženo především díky kratším, nižším a tenčím pouzdrům QFP jsou vhodné pro RFIC aplikace a do oblastí u kterých není potřeba použití drahých keramických pouzder QFP.

APLIKACE:

Telekomunikačních produkty

- Mobilní telefony
- Bezdrátové sítě LAN

Přenosné produkty

- Osobní počítače
- Osobní digitální asistenty (PDA)
- Digitální fotoaparáty

Pouzdra se středním počtem vývodů

- Informace o zařízení

LQFP / TQFP

LQFP jsou ideální pouzdra pro lehké a přenosné elektronické výrobky vyžadující rozsáhlé výkonové charakteristiky, mají nízké elektrické parazitní vlastnosti a kratší vývody. Jelikož LQFP splňují tyto požadavky, tak jsou vhodná pro RFIC aplikace. Ostatní LQFP aplikace zahrnují lap-top PC, paměť, video ASIC, DSP, řadiče, procesory, hradlová pole (FPGA/PLD), SRAM a čipy používané v PC, telekomunikační oblasti, kancelářské vybavení, diskové jednotky a komunikační desky.

EP-TQFP

Holé pájecí plošky u TQFP poskytují lepší tepelný výkon, který dává návrhářům integrovaných obvodů potřebnou rezervu pro konstrukci výrobků s požadavky na vysoký výkon. Běžné použití pouzder s holými pájecími ploškami je např. v telekomunikaci, bezdrátové aplikace, pagery, pevné disky a RF moduly.

VLASTNOSTI:

Skládané-stohované QFP / LQFP / TQFP

7x7 mm~28x28 mm používaná velikost těla pouzdra
Široký výběr z velikostí pájecích plošek pro splnění požadavků daného typu pouzdra
Vlastní projekční způsobilosti montážním rámečku
32~256 používaných vývodů
Jemná rozteč při propojení drátkem (Wire Bonding)
Je možné použít bezolovnaté pájení
Vysoká vodivost mědi na montážním rámečku (Leadframe)
Malá namáhání pouzdra připojovacími materiály
Výkonová vylepšení

Tabulka 31: Vlastnosti pouzder QFP / LQFP / TQFP [1]

V tabulce 31 jsou obsaženy vlastnosti pouzder QFP / LQFP / TQFP.

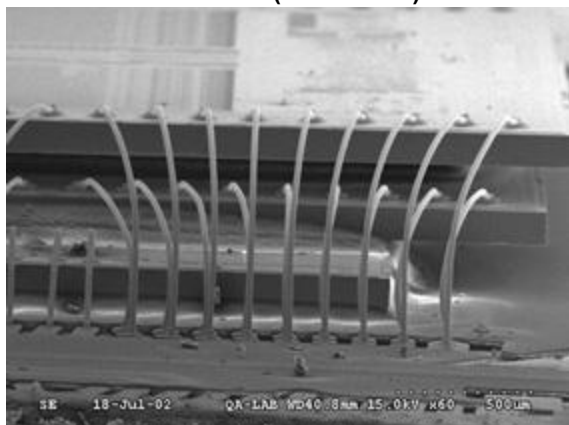
SPOLEHLIVOST:

MSL	JEDEC úroveň 3 30°C/60%, 192 hodin, IRx3, 220C
PCT	121°C/100% RH, 15 PSI, 300 hodin
TCT	65°C~150°C, 1000 cyklů
HAST	130°C/85% RH, 96 hodin
HTST	150°C, 1000 hodin
THT	85°C/85%, 1000 hodin

Tabulka 32: Spolehlivostní testy pouzder QFP / LQFP / TQFP v provedení SiP [1]

Tabulka 32 obsahuje seznam spolehlivostních testů standardně prováděných u pouzder QFP / LQFP / TQFP.

3.6.5 SiP Stacked (stohovaná) PBGA



Obrázek 29: Pouzdro PBGA v SiP konfiguraci [1]

Nabídka stohovaných PBGA pouzder je dána kombinací pouzder PBGA a vícečipových modulů (MCM). Stohované řešení z PBGA pouzder je jedním z nejvíce používaných řešení u SiP technologie, viz. obrázek 29. Tato schopnost se dobře uplatňuje ve Flash a SRAM pamětech (Static Random Access Memory).

APLIKACE:

Začlenění několika polovodičových technologií do jediného pouzdra MCM BGA nabízí vynikající možnosti pro mnoho aplikací, u kterých klademe důraz hlavně na velikost, hmotnost, elektrický výkon a hustotu propojení na desce.

VLASTNOSTI:

23x23 mm až 45x45 mm používaná velikost těla pouzdra
Plně podporovaná vlastní schopnost návrhu
Jemná rozteč při propojení drátkem (Wirebond)
Je možné použít bezolovnaté pájení
Vysoká rychlost
Dobrý tepelný výkon
Různé „čipy“ integrované na jednom hlavním čipu
Cenově výhodné řešení pro vysokou hustotu propojení
Eliminace použití druhého stupně pouzdra
Dobrý elektrický výkon
Splňuje JEDEC standard

Tabulka 33: Souhrn vlastností pouzder PBGA v provedení SiP [1]

Vlastnosti pouzder PBGA v provedení SiP shrnuje tabulka 33. Tabulka 34 obsahuje seznam spolehlivostních testů u pouzder PBGA v provedení SiP.

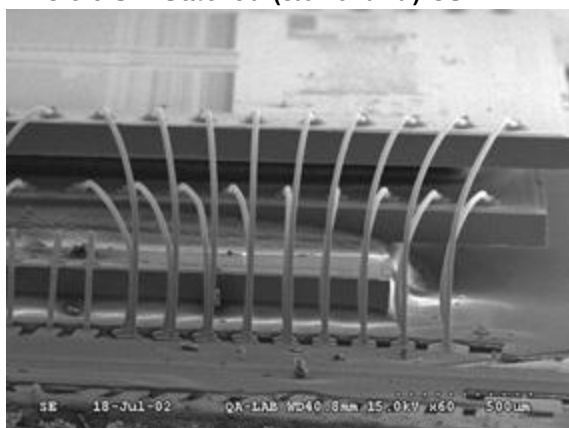
SPOLEHLIVOST:

Určení spolehlivosti pouzder PBGA v provedení SiP se provede pomocí testů uvedených v tabulce 34.

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 96 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 1000 hodin

Tabulka 34: Spolehlivostní testy pouzder PBGA v provedení SiP [1]

3.6.6 SiP Stacked (stohovaná) CSP



Obrázek 30: Detailní pohled na pouzdro CSP v provedení SiP [1]

Nabídka stohovaných Chip Scale Package (SCSP) kombinuje CSP a montážní rámeček pouzdra (Leadframe), jedná se o řešení, která je možné rozšířit i o vícečipové moduly (MCM). Možné provedení je znázorněno na obrázku 30.

Další exkluzivní možností ve skládaných čipech (zapouzdření holých čipů) je možnost vytvoření sendvičové struktury SCSP. Toto jedinečné pouzdro kombinuje až pět vrstev naskládaných na sebe.

APLIKACE:

Začlenění několika polovodičových technologií do jednoho typu pouzdra nabízí vynikající výhody pro mnoho aplikací, kde je na prvním místě velikost, hmotnost, elektrický výkon a hustota desky.

Skládaná pouzdra CSP jsou vhodná pro čipové aplikace v mobilních telefonech, PDA a v různých ručních elektrických zařízeních. Sendvičová struktura SCSP je vhodná pro aplikace s požadavkem na vysokou hodnotu struktury paměti, ale také v kapesní elektronice.

VLASTNOSTI:

5x5 mm až 19x19 mm používaná velikost těla pouzdra
Různé integrované funkce na úrovni pouzdra
Plně podporovaná vlastní schopnost návrhu
Vysoká rychlost a dobrý elektrický výkon
Je možné použít bezolovnaté pájení
Je možné použít proces RoHS / Green Electronics (zelená elektronika)
Úspora nákladů a času na trhu, řešení pro multifunkční pouzdra
Jemná rozteč při propojení drátkem (Wirebond)
Eliminace použití druhého stupně pouzdra
Splňuje JEDEC standard

Tabulka 35: Souhrn vlastností pouzder CSP v provedení SiP [1]

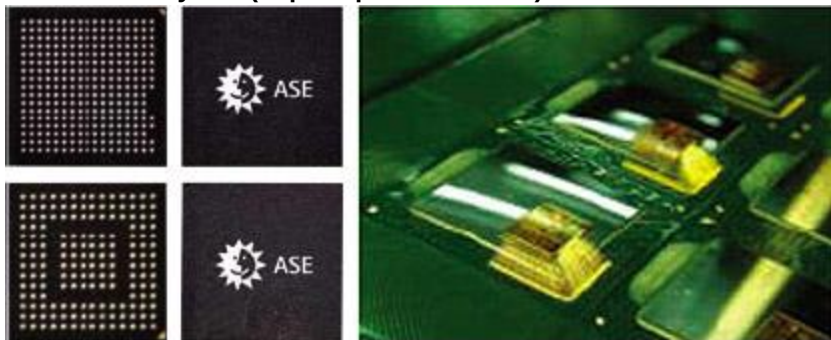
Tabulka 35 vyzdvihuje přednostní vlastnosti u pouzder CSP v provedení SiP a tabulka 36 uvádí seznam spolehlivostních testů standardně prováděných u tohoto typu pouzdra.

SPOLEHLIVOST:

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC 22-A103	Úroveň 3, 30°C/60% RH, 192 hodin
TCT	JEDEC 22-A104-B	-65°C až 150°C, 1000 cyklů
HAST	JEDEC 22-A118	130°C/85% RH, 33,5 PSI, 100 hodin
HTST	JEDEC 22-A103-B	150°C, 1000 hodin

Tabulka 36: Spolehlivostní testy pouzder CSP v provedení SiP [1]

3.6.7 SiP hybrid (Flip Chip + Wire Bond)



Obrázek 31: Pouzdra SiP v hybridním provedení (Flip Chip + Wire Bond) [1]

V principu jsou možné různé kombinace uspořádání pouzder a čipů v jediném pouzdře (SoP/SiP). Obecně jsou nazývány jako hybridní (Flip Chip + Wire Bonding) a představují tak jeden ze směrů pouzdřicí technologie založené na „stohování-skládání“ jednoho čipu na vrchol druhého, již funkčního čipu nebo pouzdra, možné provedení je na obrázku 31 znázorněno. Čipy se dnes již běžně integrují například v ASIC, pamětech jako jsou flash, SRAM a DDR do jednoho pouzdra. Propojuje se pomocí mikrodrátku (Wire Bonding) a poté se čip zalije do pouzdřicí hmoty. Hybridní pouzdra poskytují zvýšenou funkčnost a výkon vytvořené struktury. Takové obvody se vyznačují krátkou dobou pro uvedení na trh a náklady na pouzdření jsou minimalizovány ve srovnání s individuálními čipovými pouzdry. Dnes návrháři používají hybridní pouzdra pro bezdrátové aplikace, jako jsou mobilní telefony a spotřební výrobky, např. videokamery, digitální fotoaparáty a PDA, atd.

APLIKACE:

Aplikace hybridních pouzder zahrnují analogová zařízení, ASIC, procesory, integrované pasivní součástky (Integrated Passives) a RF zařízení.

Spotřební (uživatelská) elektronika

- Videokamery
- Digitální fotoaparáty
- Digitální domácí zařízení
- DVD

Komunikace

- Inteligentní telefony
- Bluetooth
- PDA

Automobilový průmysl

- GPS

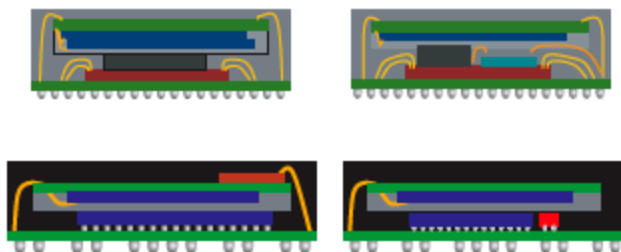
VLASTNOSTI:

7x7 mm až 14x14 mm používaná velikost těla pouzdra
Jemná rozteč při propojení drátkem (Wirebond)
Je možné použít proces RoHS /Green Electronics (zelená elektronika)
Menší, tenčí a lehčí kusy
Cenově výhodné řešení pro vysokou hustotu propojení
Vyšší výkon pro struktury, které jsou lité (zalité do pouzdrů a hmoty)
Snadná oprava nebo výměna určité úrovně desky
Stohování-skládání čipů
Splňuje JEDEC standard

Tabulka 37: Souhrn vlastností pouzder SiP v hybridním provedení (Flip Chip + Wire Bond) [1]

Tabulka 37 obsahuje souhrn vlastností pouzder Flip Chip + Wire Bond v provedení SiP.

3.6.8 SiP PiP (Package-in-Package)



Obrázek 32: Pouzdra PiP v provedení SiP [1]

PiP (Package in Package) je technologie, kterou je možné použít k oddělení stohování-skládání do zvláštních sekcí, viz. obrázek 32. Toto řešení nám umožní integrovat do jednoho pouzdra více pouzder, která jsou koncipována ve struktuře skládání-stohování. Technologie PiP poskytuje vynikající elektrický výkon pro paměťovou sběrnici a umožňuje integraci v povrchové montáži. PiP poskytuje menší velikosti ve srovnání s PoP (viz. další kapitola).

APLIKACE:

PiP nabízí vynikající výhody pro mnoho aplikací, obzvláště tam, kde klademe velký důraz na velikost, hmotnost, elektrický výkon a hustotu propojení na desce

Tvar PiP pouzdra je stejný jako tvar jednoho pouzdra.

PiP technologie je vhodná pro aplikace jako jsou telefony, solární zařízení, LAN, PDA a různé ruční elektronické zařízení.

VLASTNOSTI:

Stohování-skládání pouzdra
Je možné použít proces RoHS /Green Electronics (zelená elektronika)
Vysoká rychlost
Dobrý elektrický výkon
Integrovaní dalších čipů do jednoho „primárního“ čipu

Tabulka 38: Souhrn vlastností pouzder PiP v provedení SiP [1]

Tabulka 38 definuje vlastnosti pouzder PiP v provedení SiP.

SPOLEHLIVOST:

Úroveň pouzdra:

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
MSL	JEDEC úroveň 3, 30°C/ 60% RH	192 hodin
TCT	-65°C ~ 150°C	1000 cyklů
HAST	130°C/85% RH, 33,5 PSI	96 hodin
HTST	150°C	1000 cyklů

Tabulka 39: Spolehlivostní testy pouzder PiP v provedení SiP 1 [1]

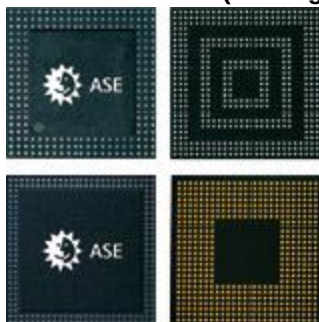
Tabulky 39 a 40 uvádí seznam spolehlivostních testů pro úroveň pouzdra a desky.

Úroveň desky:

Testovací položka	Referenční standard	Stav/doba trvání
TCT	0~100°C, minuta náběhu teploty (Ramps) a 5 minut prodleva	1000 cyklů
THT	85°C/ 85% RH	1000 hodin

Tabulka 40: Spolehlivostní testy pouzder PiP v provedení SiP 2 [1]

3.6.9 SiP PoP (Package on Package)



Obrázek 33: Pouzdra PoP v provedení SiP [1]

PoP (Package on Package), viz. obrázek 33 je typem pouzdřicí technologie u které jsou jednotlivá pouzdra skládána-stohována na sebe, přičemž každé pouzdro může mít úplně odlišnou funkci. PoP nabízí velkou flexibilitu při nízkých nákladech. Zlepšuje celkové systémové náklady a dosahuje se také rychlejšího uvedení na trh. Návrháři používají tyto pouzdra pro paměťové aplikace a také jako základní pouzdro pro ASIC a procesorové aplikace. Čas potřebný pro vývoj může být nižší a náklady dosahují menších hodnot, protože paměť je oddělena od ASIC a procesorových aplikací. Tato technologie je považována za nadčasovou a velmi pohodlnou při manipulaci.

APLIKACE:

Uplatnění pouzder PoP je značné. Převážně v analogových zařízeních, procesorech, integrovaných pasivních součástkách a RF zařízeních. Požívají se také v koncových zařízeních jako je mobilní telefon, PDA a systémové desky.

VLASTNOSTI:

8x8 mm až 20x20 mm používaná velikost těla pouzdra
Jemná rozteč při propojení drátkem (Wirebond)
Je možné použít proces RoHS / Green Electronics (zelená elektronika)
Dobrý elektrický výkon
Dobrý tepelný výkon
Stohování-skládání čipů
Cenově výhodné řešení pro vysokou hustotu propojení
Splňuje JEDEC standard

Tabulka 41: Souhrn vlastností pouzder PoP v provedení SiP [1]

V tabulce 41 je uveden souhrn vlastností pouzder PoP v provedení SiP

3.7 Pouzdra v provedení Flip Chip

U tohoto typu pouzdra je jeho název odvozen od typu uložení na DPS. V tomto případě je čip připájen na DPS „obráceně“. Čip se spojuje se substrátem nebo s montážním rámečkem. Na rozdíl od běžných typů propojení čipu k DPS, jako například propojení mikrodrátkem nebo lepením je realizace propojení u pouzdra typu Flip Chip realizováno pomocí takzvaných kuličkových vývodů nebo také pomocí zlatých kulovitých vývodů. Protože lze pájecí plošky rozmístit po celé ploše čipu (po té, která se dotýká DPS) a nikoli pouze na okrajové části, tak velikost čipu může být zmenšena. Tímto se optimalizuje také propojovací vzdálenost, která je mezi vývody a vnitřním uspořádáním pouzdra. Další výhodou u toho typu pouzdra je absence propojovacích mikrodrátků (Wire Bonding), tím je dosaženo optimalizace pro signálové cesty, protože nedochází ke vzniku indukovaného napětí na propojovacím mikrodrátku.

Nezbytným procesem pro úspěšné propojení pouzder typu Flip Chip je vytvoření pájecích „kuliček“ (bumpů) na základním materiálu (Waferu). Vývody ve tvaru kuliček (bumpů) jsou moderním způsobem propojení, jsou vytvořeny z pájky. A umístění těchto kuliček je na základním materiálu (Waferu) u každého čipu. Pomocí dnešní pokročilé technologie je možné používat tloušťku základního materiálu (Waferu) až v rozmezích 6,8 a 12 palců.

Technologie „obráceného čipu“ (Flip Chip)) si získala popularitu v důsledku těchto vlastností:

- 1) Kratší doba cyklu montáže
 - Všechny lepení na Flip Chip pouzdru jsou dokončeny v jednom procesu.
- 2) Vyšší hustota signálu a menší velikosti čipu
 - Oblast pole pájecích plošek zvyšuje uspořádání a hustotu na Waferu. Také na základě stejného počtu vývodů může být velikost čipu významně zmenšena.
- 3) Dobrý elektrický výkon
 - Kratší cesta mezi čipem a substrátem zlepšuje elektrický výkon.
- 4) Přímý tepelný rozptyl
 - Externí chladič může být přímo přidán do čipu pro lepší odvod tepla.
- 5) Nižší profil pouzdra
 - Absence mikrodrátku a lití pouzdrvicí hmoty umožňuje Flip Chip pouzdrům zachování stejné funkce při dosažení nižšího profilu.

Několik BGA pouzder realizovaných pomocí technologie Flip Chip:

Typ pouzdra	Počet vývodů	Velikost pouzdra (mm)	Substrát	Velikost kuličky (mm)
FCCSP	16~200	4x4~14,0x22,0	2/4 vrstvy laminátu	0,5~1,00
Keramická FCBGA/PGA	<1556	27x27~49,5x49,5	keramika	0,8~1,27
FCBGA	100~1521	27x27~40,0x40,0	2/4 vrstvy laminátu, 4-8 vrstvy na sobě	1,0/1,27
HFCBGA	256~2401	12x12~52,5x52,5	2/4 vrstvy laminátu, 4-12 vrstev na sobě	1,0/1,27

Tabulka 42: Vlastnosti pouzder BGA, PGA a CSP v provedení Flip Chip [1]

Tabulka 42 uvádí vlastnosti pouzder BGA, PGA a CSP v provedení Flip Chip.

FCCSP:

FCCSP (Flip Chip Chip Scale Package) nabízí kapacitní možnosti o hodnotě cca 200 nebo menší počet vývodů. FCCSP poskytuje lepší ochranu pro čip a lepší spolehlivost pájených spojů ve srovnání s přímým čipovým připojením (DCA) a čipem na desce (COB). FCCSP má hlavní přednosti v tenkém a malém profilu a také v lehkosti pouzdra.

Aplikace zahrnují RFIC a paměťové obvody

Keramická FCBGA / PGA:

Keramický substrát nabízí lepší odolnost vůči vlhkosti. Má velmi dobré elektroizolační vlastnosti a vyšší tepelnou vodivost, než organický substrát. Vysoké kuličky vytvořené z olovnaté (Pb) pájky s eutektickou pájecí pastou zlepšují spolehlivost a výkon keramických pouzder na úrovni desky.

FCBGA a vysoce výkonná pouzdra FCBGA (HFCBGA)

Tyto dva typy pouzder mohou obsahovat počet vývodů od 100 do více než 1500 s BT laminátem nebo je také možnost použití vícevrstvých substrátů. HFCBGA jsou tepelně vylepšeny, protože je na nich nainstalován kovový chladič na zadní straně čipu a substrátu. Tato metoda úspěšně odvádí velké množství tepla a zlepšuje tak tepelný výkon pouzdra a také vlastnosti.

ZPŮSOBILOST POUZDŘENÍ:

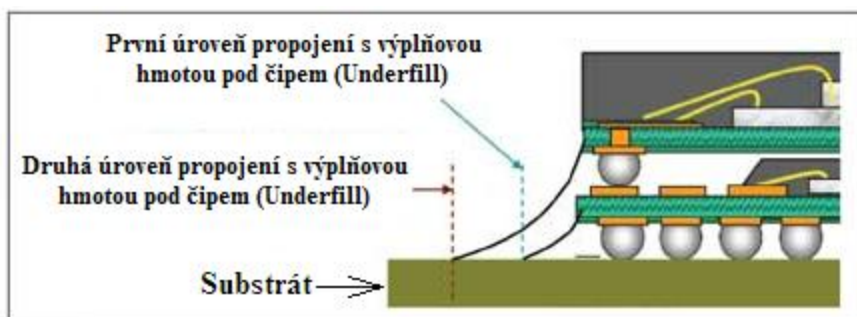
FLIP CHIP POUZDRO:

Tloušťka a používaný počet vývodů (kuliček) u Flip Chip pouzdra je ve většině případech možné přizpůsobit konkrétnímu požadavku/aplikaci. Nabízí se několik možností, abychom docílili lepší výkonnosti pouzder.

Zlepšení výkonnosti pouzder:

Celkové lití pouzdríací hmoty pro FCCSP

Zalítí pouzdríací hmotou se používá z důvodu ochrany čipu, viz. obrázek 34, náhrada místa/oblasti (Underfill), aby nedošlo k poškození funkce čipu. Vyplnění pouzdríací hmotou je levné a vylepší tepelné vlastnosti, ale zároveň také tato možnost posune pouzdro na 2. úroveň spolehlivosti.



Obrázek 34: Vnitřní uspořádání pouzdra FCCSP [1]

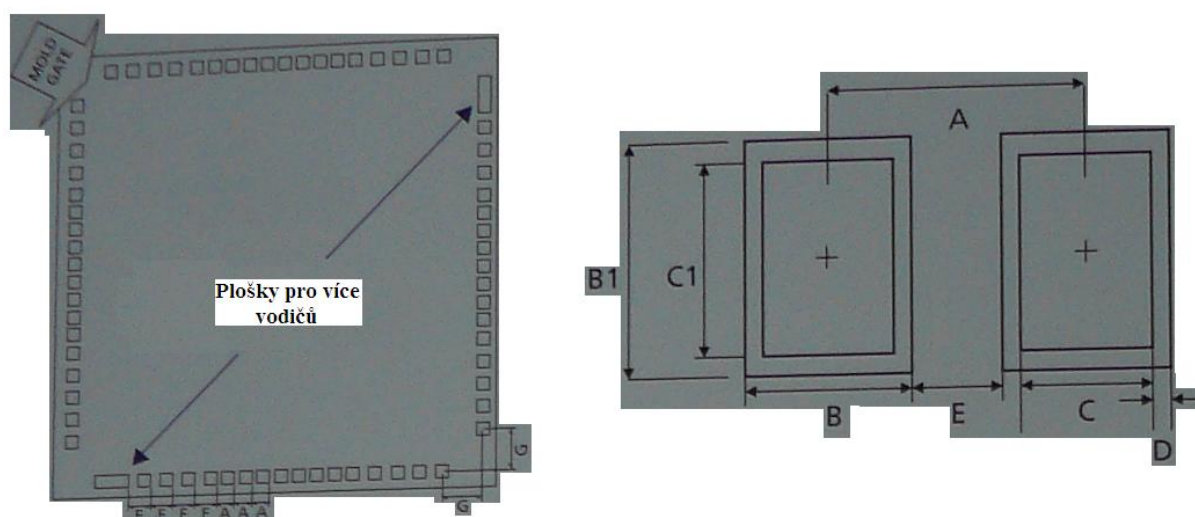
Chladič (Heat Spreader) pro FCBGA

Chladič poskytuje přímý odvod tepla na základě kompenzování tepelného vyzařování na zadní straně křemíkového čipu. Tato metoda poskytuje odvedení 6~8 W výkonu na rozptýl tepla pod přirozenou konvekcí.

4. Návrhová pravidla

Návrhová pravidla jsou nezbytnou součástí v technologickém procesu, která není možné podceňovat při návrhu jistého typu výrobku v případě, že chceme zajistit co největší spolehlivost, životnost, výkonnost apod. je nezbytné dodržovat určité zásady spojené s návrhem, kompatibilitou, materiály a samotným výrobním procesem. K dosažení optimálního produktu (pouzdra), nám pomáhají návrhová pravidla na různých úrovních. Úrovní je několik, od doporučených pravidel pro plošné spoje a samotné realizace propojovacích cest na DPS (takzvané routování), až po pravidla, kterými by se měli řídit návrháři samotných čipů a následně konečného pouzdra v kterém je čip obsažen.

4.1 QFP a připojovací pájecí plošky

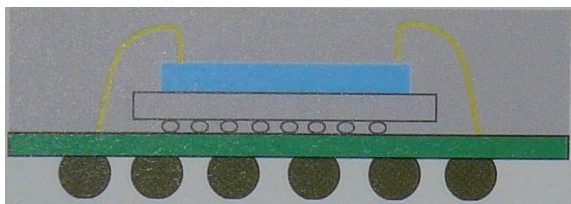


Obrázek 35: Jemné rozteče u plošek pouzdra QFP [1]

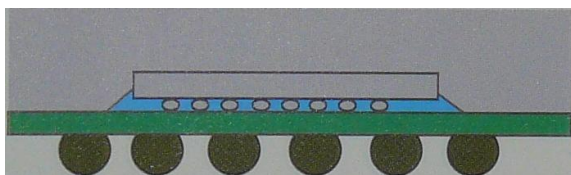
Kde: nejdelší plošky (viz. šipky) jsou určeny pro více vodičů.

A je minimální vzdálenost od středu pájecích plošek, B a B1 jsou rozměry pájecí plošky, C a C1 jsou rozměry otevřené (aktivní), D je ochranná oblast pro otevřenou (aktivní) pájecí plošku, E je minimální vzdálenost od vnitřních krajů pájecích plošek, F jsou rozteče 5ti pájecích plošek od rohu, G jsou pájecí plošky nejbližší rohu.

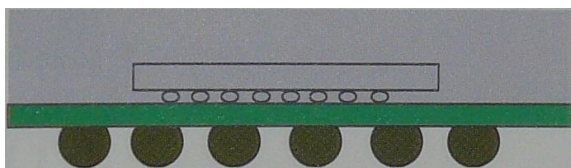
4.4 Flip Chip CSP návrhová pravidla



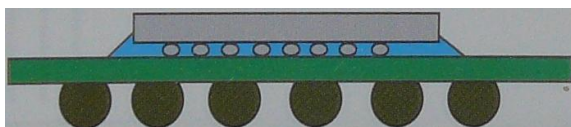
Obrázek 36: Hybridní Flip Chip v provedení CSP bez Underfill (výplň mezi čipem a substrátem) [1]



Obrázek 37: Flip Chip v provedení CSP včetně pouzdřicí hmoty a s Underfill (výplň mezi čipem a substrátem) [1]

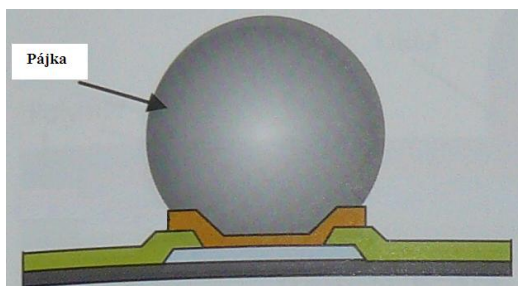


Obrázek 38: Flip Chip v provedení CSP včetně pouzdřicí hmoty a bez Underfill (výplň mezi čipem a substrátem) [1]



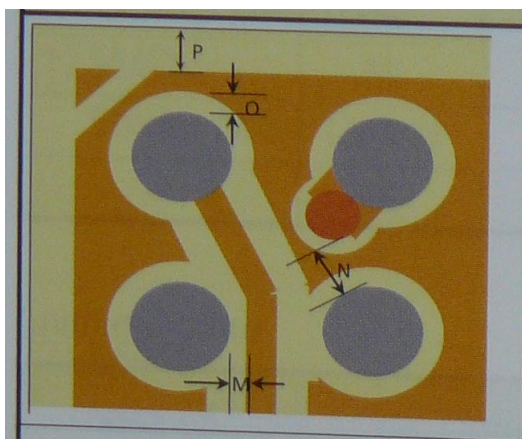
Obrázek 39: Flip Chip v provedení CSP bez pouzdřicí hmoty a pouze s Underfill (výplň mezi čipem a substrátem) [1]

Na obrázcích 36 až 39 jsou naznačeny možnosti pouzdra typu Flip Chip v různých provedení jako CSP.



Obrázek 40: Naznačení standardního bumpu (pájecí kuličky) [1]

Na obrázku 40 je zobrazen ideální kulový vývod (bump), který slouží k propojení čipu (pouzdra) se substrátem. Výrobce se snaží o co největší homogenitu kulových vývodů (bumpu) a také o co největší čistotu, aby byla zaručena dlouhá doba při neměnných mechanických, ale také elektrických parametrech.



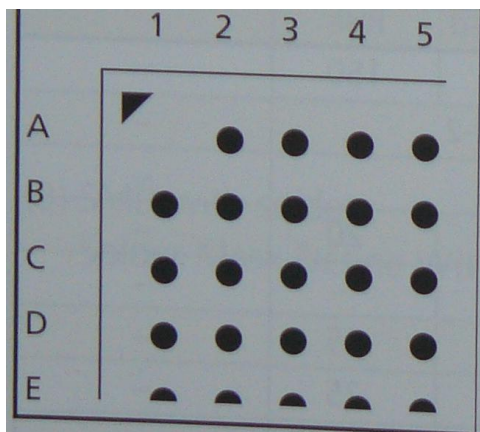
Obrázek 41: Propojovací cesty a pájecí plošky pro kuličky pájky na DPS [1]

Kde: M je volná cesta mezi pájecí ploškou a aktivní cestou z mědi

N je vzdálenost mezi VIA otvorem a PTH ploškou

O je tloušťka cesty mezi měděnou plochou a ploškou

P je vzdálenost mezi měděnou plochou a koncem pouzdra



Obrázek 42: BGA symboly výstupů splňují označení JEDEC [1]

Kde: A1 je „svršek“ umístěn co nejbližší levému boku. Horizontálně definujeme směr zprava do leva a vertikálně od shora dolů.

5. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat katalogový seznam vybraných moderních pouzder DIL, QFP, BGA, PGA, CSP, Flip Chip a definovat jejich charakteristické parametry a případně také návrhová pravidla. Všechny tyto údaje jsou nutné při rozhodování o volbě typu pouzdra pro danou aplikaci, a také při vlastním návrhu obvodů s těmito moderními typy pouzder.

V průběhu řešení se ukázalo, že tato problematika je s ohledem na neustále pokračující vývoj v oblasti pouzdření velmi obsáhlá a proto bakalářská práce svým rozsahem překračuje doporučený rozsah pro tento typ práce. V práci jsou obsaženy a přehledně zpracovány charakteristické parametry a základní vlastnosti výše uvedených typů pouzder, které patří mezi nejčastěji používané pouzdra v moderní elektronice. Přehledné zpracování je založeno na definování parametrů vybraných typů pouzder získaných od předních světových výrobců spolu s demonstrativními názornými obrázky. Tak je možné v každé části získat přehled o konkrétním typu pouzdra a na základě uvedených údajů spolu s grafickým vyjádřením porozumět základním aplikačním zásadám, včetně výhod a nevýhod. To může pak být pomůckou pro optimální volbu pouzdra pro konkrétní typ aplikace.

Pro přehled jsou v poslední části práce vybrány nejdůležitější části z návrhových pravidel, které jsou nepostradatelné pro konstrukci a aplikaci konkrétního typu pouzdra, což může přispět k dosažení požadované spolehlivosti, a také v dnešní době požadovaném splnění standardů v oblasti ekologie. Oba tyto faktory, spolehlivost a ekologickou způsobilost, je pak třeba spojit s třetím faktorem, jímž je ekonomické hledisko vyžadující co nejnižší cenu. A právě k tomu je třeba vycházet z podkladů, které jsou výstupem této bakalářské práce. Je nutné si však uvědomit, že oblast pouzdření se neustále vyvíjí, a proto musí být tato látka nadále doplňována a rozšiřována.

Použitá literatura

- [1] ASE Packaging Handbook. [cit. 2011-5-30]. Dostupné z www.aseglobal.com
- [2] Obrázek CSP. [cit. 2011-5-30]. Dostupné z <http://www.smtplus.cz/litSMT/Cbga1/Image20.gif>
- [3] Obrázek PBGA pouzdra [cit. 2011-5-30]. Dostupné z http://pandatron.cz/elektronika2/navrhdp8_fig5.gif
- [4] Starý, J.: „Plošné spoje a povrchová montáž“. 2003. 208s
- [5] Szendiuch, I.: „Základy technologie mikroelektronických obvodů a systémů“. VUTIUM Brno. 2006. 379s. ISBN 80-214-3292-6
- [6] Szendiuch, I.: „Mikroelektronika a technologie součástek“. VUTIUM Brno. 2009. 190s. ISBN 978-80-214-3960-3
- [7] Atmosféra (jednotka). [cit. 2011-5-30]. Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Atmosféra_\(jednotka\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Atmosféra_(jednotka))
- [8] Soutor, Z., Šavel, J., Tůrek, J. „Hybridní integrované obvody“. SNTL/ALFA. Praha 1982. 400s. 04-532-82
- [9] Zkratky. [cit. 2011-5-30]. Dostupné z <http://www.acronymfinder.com>
- [10] Flip Chip Ball Grid Array Package Reference Guide. [cit. 2011-5-30]. Dostupné z <http://focus.ti.com/lit/ug/spru811a/spru811a.pdf>
- [11] Použití pouzder SiP. [cit. 2011-5-30]. Dostupné z <http://focus.ti.com/dsp/docs/thirdparty/catalog/embeddedsoftwarefulldetails.tsp?productId=1221>

Seznam cizích zkratek a výrazů

Atm – fyzikální atmosféra (jednotka tlaku), kde: 1 atm = 0,1 MPa

AGPS – rozšířená GPS navigace (Advanced Global Positioning System)

ASIC – aplikace v IO (Application Specific Integrated Circuit)

ATE – automatický test zařízení (Automated Test Equipment)

BGA – typ pouzdra s kuličkovými nebo válečkovými vývody (Ball Grid Array)

BiCMOS – ty tranzistoru (Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor)

Bluetooth – bezdrátová technologie určená pro přenos signálu

BOM – specifikace materiálu (Bill Of Materiál)

BT – Bismaleimidová pryskyřice

Bump – kulový vývod (cínový)

CDMA – kódování pro různé zařízení (Code Division Multiple Access)

CMOS – ty tranzistoru (Complementary Metal Oxide Semiconductor)

CoB – čip na desce (Chip on Board)

Co-Design – optimalizovaný návrh

CoP – čip na pouzdru (Chip on Package)

CSBGA – mají menší tvarový činitel než BGA (Chip Scale Ball Grid Array)

CSP – typ pouzdra (Chip Scale Package)

DAC – Digitálně analogový převodník (Digital Analog Convert)

DCA – přímé připojení čipu (Direct Chip Attact)

Die – čip

DIP – typ pouzdra (Dual in Line Package)

DPS – deska plošných spojů

DRAM – ty paměti (Dynamic Random Access Memory)

DSP – digitální signálový procesor (Digital Signal Processor)

DVB-T / H – Digitální vysílání pozemní/ mobilní (Digital Video Broadcast - Terrestrial / Handheld)

Dual in Line (DIL, DIP) – typ pouzdra

DVD – přenosné médium nebo přehrávač/nahrávač (Digital Video Disc)

EEPROM – elektronicky mazatelná programovatelná paměť, která je určena pouze pro čtení (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)

EMI – elektromagnetické stínění (Electro Magnetic Interference)

ERS – patentovaný zesilovač s regenerací energie (Electrical Recovery System)

FCCSP – typ pouzdra (Flip Chip CSP)

Flip Chip – typ čipu (obrácený čip)

GaSa –

GPS – navigace (Global Positioning System)

GSM – mobilní telefonování (Global System for Mobile)

Gull-Wing – tvar křídla racka

HAST – velmi zrychlený stresový test (Highly Accelerated Stress Test)

Heat Spreader – chladič

HSBGA – pouzdra BGA odolná vůči teplotě (Heat Slug Ball Grid Array)

HTST – zkouška skladování při vysoké teplotě (High Temperature Storage Test)

IC – integrovaný obvod (Integrated Circuit)

IO – integrovaný obvod

Integrated Passives – pasivní součástky na čipu

JETEC – obchodní organizace a normalizační orgán (Joint Electron Devices Engineering Council)

KGD – nestandardizované uspořádání pouzder/čipů (Known Good Die)

L2BGA - laserové vrstvené BGA

LAN – internetové připojení, místní (Local Area Network)

Leadframe – vývodový systém/montážní rámeček

LGA – typ pouzdra (Land Grid Array)

LTCC – nízkoteplotní keramika (Low Temperature Co-fired Ceramic)

MC – více čipů (Multi Chip)

MCM – vícečipový modul (Multi Chip Module)

MPBGA – typ pouzdra (Multi Package BGA)

MSL – úroveň citlivosti vlhkosti (Moisture Sensitivity Levels)

OEM – koncový výrobce (Original Equipment Manufacturer)

Package burn – zahořování čipů/pouzder

PBGA – typ pouzdra BGA s plastovým pouzdrem (Plastic Ball Grid Array)

PC – osobní počítač (Personal Computer)

PCT – tlaková zkouška (Pressure Cycling Technology)

PDA – osobní digitální asistent (Personal Digital Assistant)

PDIP – typ pouzdra (Plastic Dual in Line Package)

PGA – typ pouzdra, které je předchůdcem BGA pouzdra (Pin Grid Array)

Pick & Place – automatické osazování

PiP – pouzdro v pouzdru (Package in Package)

PLCC – typ pouzdra (Plastic Leaded Chip Carrier)

PLD – typ integrovaného obvodu (Programmable Logic Device)

PoP – pouzdro na pouzdru (Package on Package)

PSI – jednotka tlaku, libra na čtvereční palec, kde: 14,5 psi = 1 bar = 100 kPa

PTH – pokrytí skrz otvor (Pin Through Hole)

QFP – typ pouzdra (Quad Flat Package)

RFIC – rádio frekvenční IO (Radio Frequency Integrated Circuit)

RF – rádiová frekvence (Radio Frequency)

RH – relativní vlhkost (Relative Humidity)

RoHS – ekologický výrobek (Restriction of Hazardous Substances)

SAW (PAV) – povrchová akustická vlna (Surface Acoustic Wave)

SDIP – menší DIP (Small Dual in Line Package)

Set top box – zařízení pro příjem digitálního pozemního signálu

Side by Side – vertikální orientace čipů

SiP – integrace pouzder do jednoho (System in Package)

SoC – ty pouzdra (System on Chip)

SOJ – typ pouzdra (Small Outline J-lead)

SOP – typ pouzdra (Small Outline Package)

SoP – typ pouzdra (System on Package)

SRAM – statická paměť (Static Random Access Memory)

SSOP – zmenšené SOP (Shrink Small Outline Package)

Stack – stohování/skládání

SMT – postup při kterém se vývody součástek pájí přímo na povrch plošného spoje (Surface Mount Technology)

TCT – cyklický tepelný test (Temperature Cycle Test)

THT – druh povrchové montáže (Through Hole Technology)

TSOP – tenké SOP (Thin Small-Outline Package)

TST – teplotní stresový test (Thermal Shock Testing)

TSV – otvor přes jednotlivé vrstvy DPS (Through Silicon Vias)

Underfill – výplňová hmota pod čipem

VIA/S – otvory, které propojují jednotlivé vrstvy na DPS

VME CPU – virtuální procesorová jednotka (Virtual Mode Extension Central Processor Unit)

Wafer – základní materiál

WCDMA – hardwarový klíč (Wideband Code Division Multiple Access)

WLAN – bezdrátová místní síť (Wireless Local Area Network)

WiMax – první otevřené řešení pro bezdrátový přístup v určitých pásmech (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Wire Bonding (W/B) – připojení čipu pomocí mikrodrátku

θ_{JA} – připojení k okolí (Junction-to-Ambient)

θ_{JC} – připojení k pouzdru (Junction-to-Case)