

Součástky pro povrchovou montáž, konstrukce, manipulace

Kvalifikační kurs

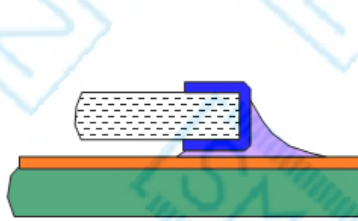
Doc. Ing. Josef Šandera Ph.D.

www.smtplus.cz

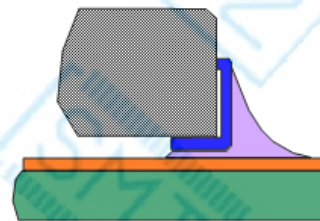
Charakteristika součástek SMD (Surface Mount Device)

- zaručená teplotní odolnost je 260 °C po dobu 10 sec.
- menší rozměry (30 až 60% klasických součástek)
- „ charakteristické přívody “ podle obrázku

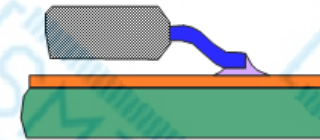
Tvary vývodů součástek SMD (Surface Mount Device)



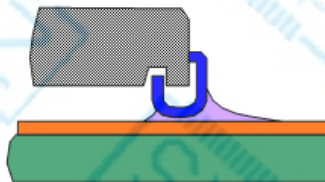
a) Metalizovaná ploška



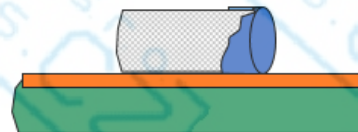
b) Zahnutý páskový vývod



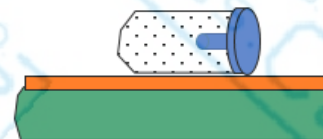
c) Vývody „L“



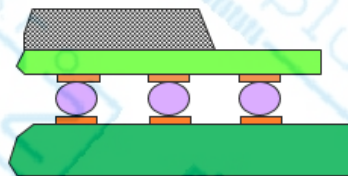
d) Vývod tvaru „J“



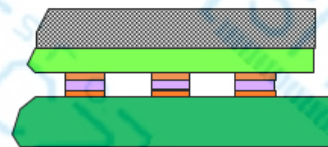
e) Válcová kovová čepička



f) Kovový terčik



g) Kulové vývody

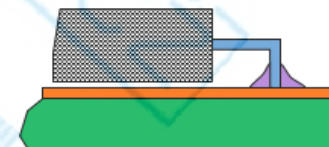


h) Ploché vývody



i) Vývody „bump“

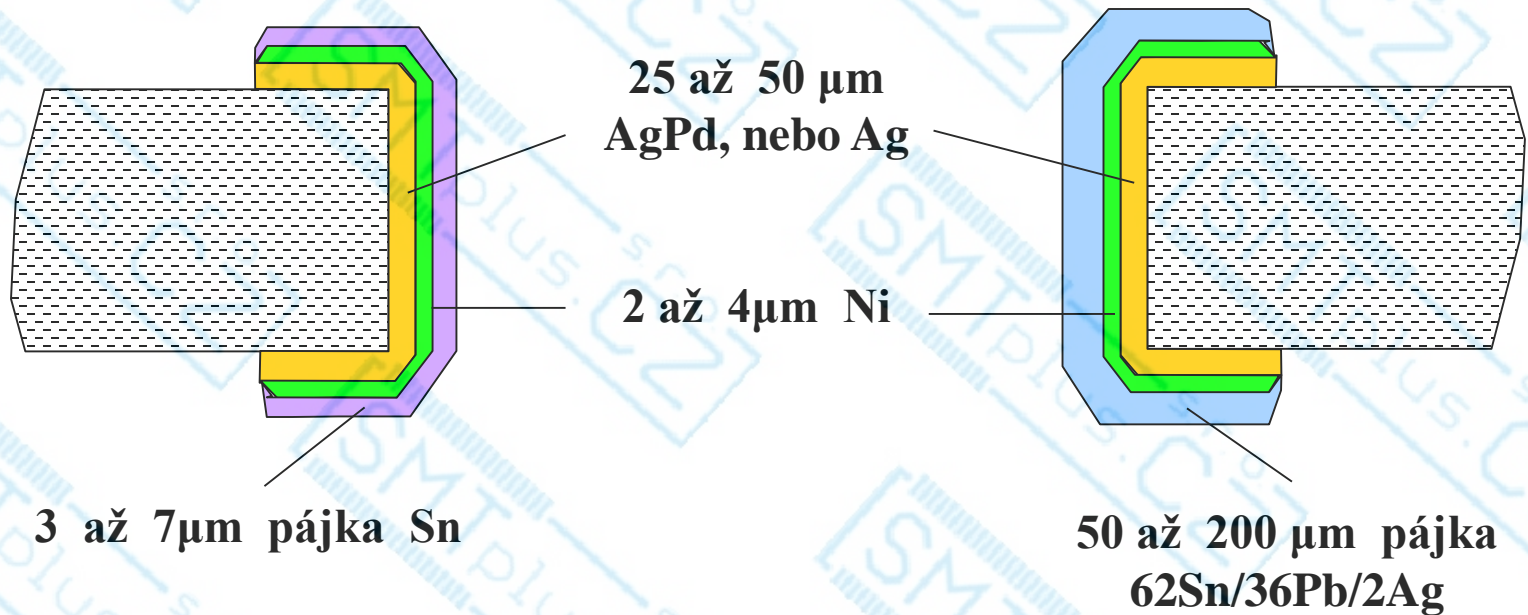
Základní tvary SMD vývodů



j) Přímý páskový vývod

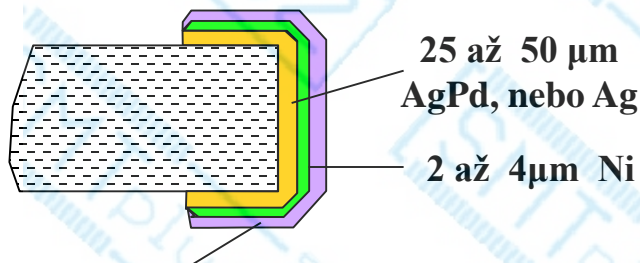
Materiály a provedení přívodů

- slitina 42% Ni-ocel – velká houževnatost
- slitina 98% Cu a 2% Ni – dobrá tepelná vodivost
- povrchová úprava viz. obrázek - mezivrstva niklu zabraňuje rozpouštění stříbra



Charakteristika součástek SMD pro bezolovnaté pájení (LF)

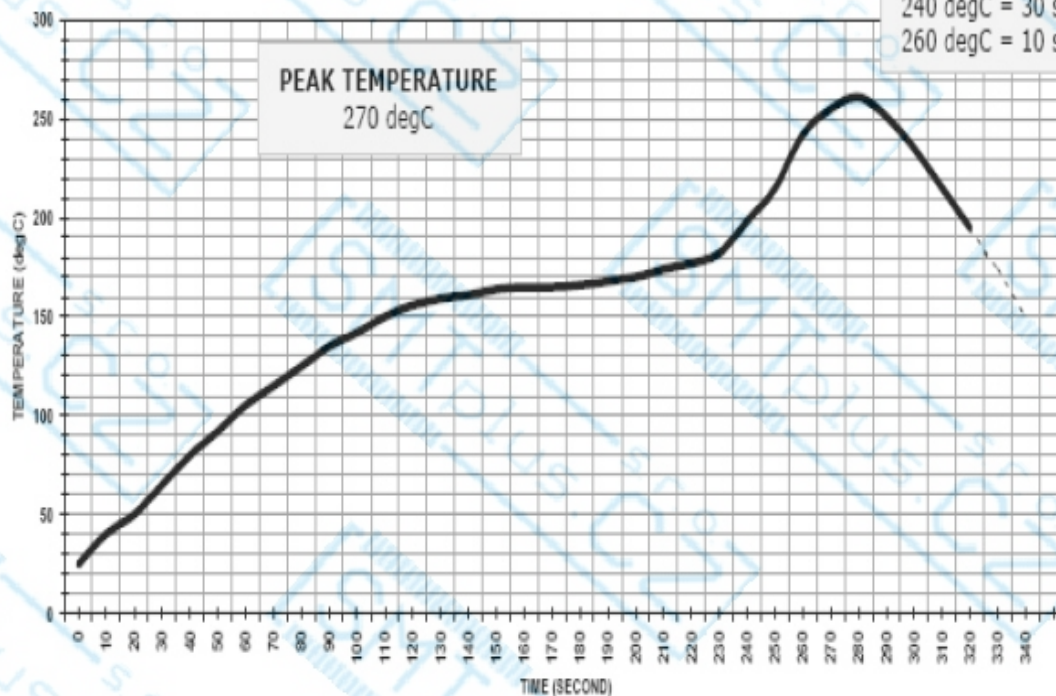
- Předpokládáme použití pájek SAC (tj. slitina Sn/Ag/Cu)
- **zaručená teplotní odolnost je 260 °C po dobu 10 sec.**
(tj. stejná jako pro součástky pro olovnaté pájení)



3 až 7 μm pájka Sn, případně jiná
LF slitina (označení e1 až e7)

The following NIC product series meet the below (Sn-Ag-Cu "SAC" referenced) Pb-Free (Lead-Free) reflow soldering profile:
NRC, NRC-E, NRSN, NTR, NCSR, NCST, NTHC Series
SMT Resistors and Arrays, SMT Thermistors, SMT Attenuators

MAXIMUM TIME ABOVE	
200 degC	= 90 seconds
215 degC	= 60 seconds
240 degC	= 30 seconds
260 degC	= 10 seconds



[*] www.niccomp.com/leadfree1004.htm-ssi

Pájecí profil LF součástky podle [*]

Charakteristika součástek SMD pro bezolovnaté pájení (LF)

- Součástky s vývody povrchovou úpravou pro bezolovnaté pájení se značí podle norem IPC-1066, nebo norem JEDEC JESD97, IEC 62588 Ed.1 symboly e v kruhu, nebo elipse, uvedené na součástce, stejně jako u DPS. Označení je uvedeno v tabulce

e1	SnAgCu s obsahem více jak 1,5% stříbra
e2	Jiné slitiny cínu (např. SnCu, SnAg, SnAgCuX, atd.) (nikoliv slitiny s Bi, nebo Zn)
e3	Sn
e4	Drahé kovy (např. Ag, Au, NiPd, NiPdAu, (nikoliv Sn)
e5	SnZn, SnZnX (nikoliv Bi)
e6	Slitiny s Bi
e7	Slitiny s nízkou teplotou tavení (<150 °C>) obsahující In, nikoliv Bi
e8	SnAgCu s obsahem méně jak 1,5% stříbra, nebo bez dalších přísad
e9	Symbol zatím není použit



IEC 60417-6156pr symbol

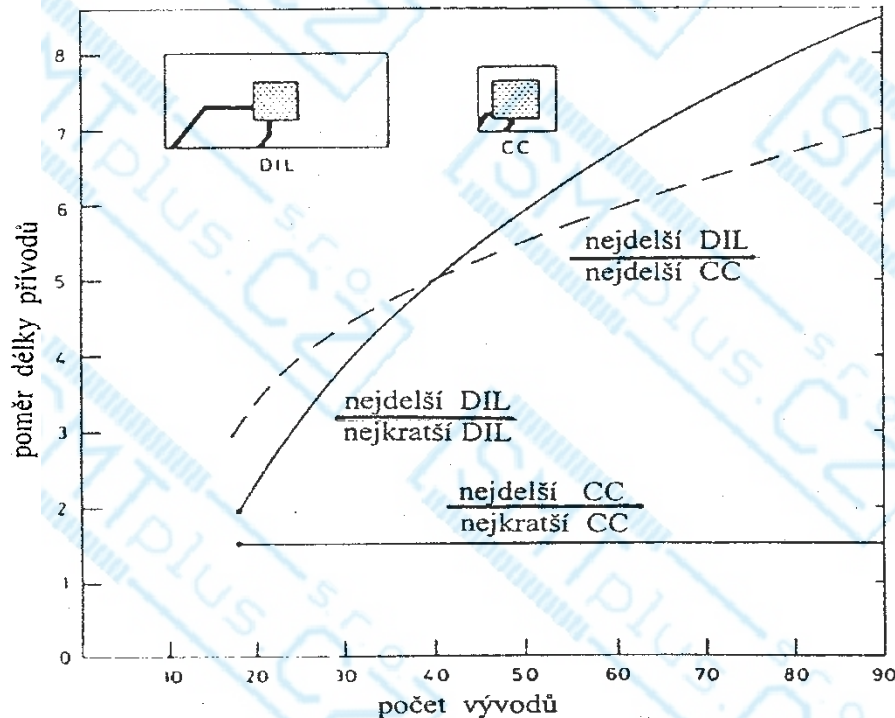


Zdroj: IEC 62588

Standardizace pouzder

- Výrobci v Evropě a Severní Americe respektují americké normy **EIA/JEDEC**
- Norma **JEDEC** důsledně používá metrické jednotky
- V Japonsku normy **EIAJ**
- Sdružení výrobců elektroniky v USA, **IPC**, které vydává velké množství technických norem
- V Evropě normy EN, v Česku ČSN-EN
- Pouzdra BGA, fine pitch používají převážně označení v metrických jednotkách.

Pouzdra pro integrované obvody

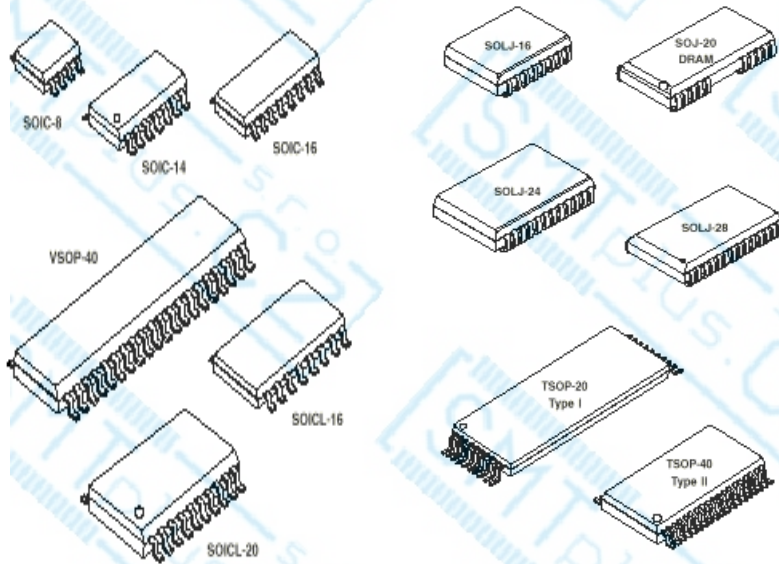


Poměr nejdelšího a nejkratšího přívodu pro DIL a čtvercová pouzdra v závislosti na jeho velikosti.

- Vývody tvaru „L“, „J“, kulové, metalizovaná ploška, po stranách, pod součástkou
- Materiál pouzdra, *keramika* - drahé používá se omezeně
plastická hmota – rozšířené použití
- Vývody po stranách efektivní do 20 vývodů - viz obrázek

- Moderní pouzdra – BGA(kulové vývody), VSPA (vývody v několika řadách)

Pouzdra SO (SOIC) Small Outline Integrated Circuit

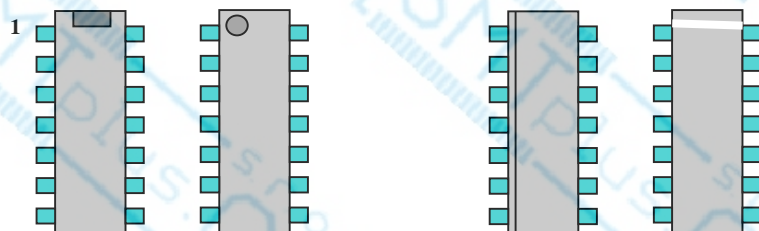


Základní typy pouzder SO

- **SO, (SOIC)**.....základní řada , šířka 4mm
- **SOL, (SOICL)**provedení „large,, šířka 7,6mm
- **SOM, SOICM)**provedení „ medium,, šířka 5,6mm
- **SOW**.....šířka 8,4 mm
- **SOX**.....šířka 10 mm
- **SOY**.....šířka 11,1mm
- **VSOP**.....počet vývodů 40 (VSO-40), 56(VSO56) s roztečí 0,762mm
- **SOJ** provedení s vývody „J,,
- **SOLJ** provedení „large,, s vývody „J,,
- **SSOP**japonské pouzdro, rozteč vývodů 0,65mm
- **TSOP**.....malá montážní výška , vývody vedené z kratší strany pouzdra
- **SON**..... keramické pouzdro , vývody jsou metalizované plošky, rozteč 0,5 ,nebo 0,65 mm tloušťka 2,4 nebo 1,75 mm

- pouzdra většinou plastová

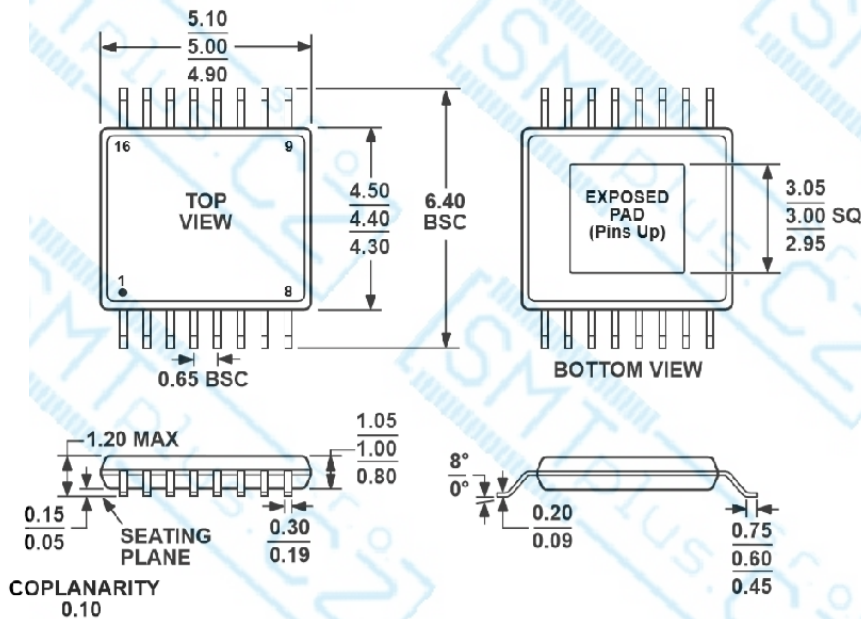
- značení vývodů - pohled shora, potom vlevo nahoře je 1



Pouzdra TSSOP provedení EP

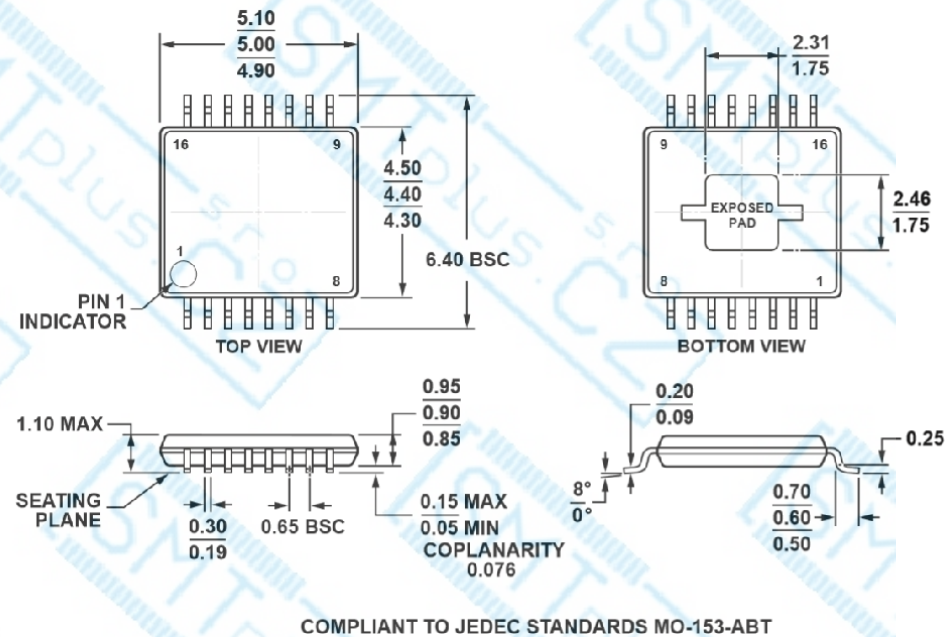
16-Lead Thin Shrink Small Outline With Exposed Pad [TSSOP_EP]
(RE-16-2)

Dimensions shown in millimeters



16-Lead Thin Shrink Small Outline With Exposed Pad [TSSOP_EP]
(RE-16-3)

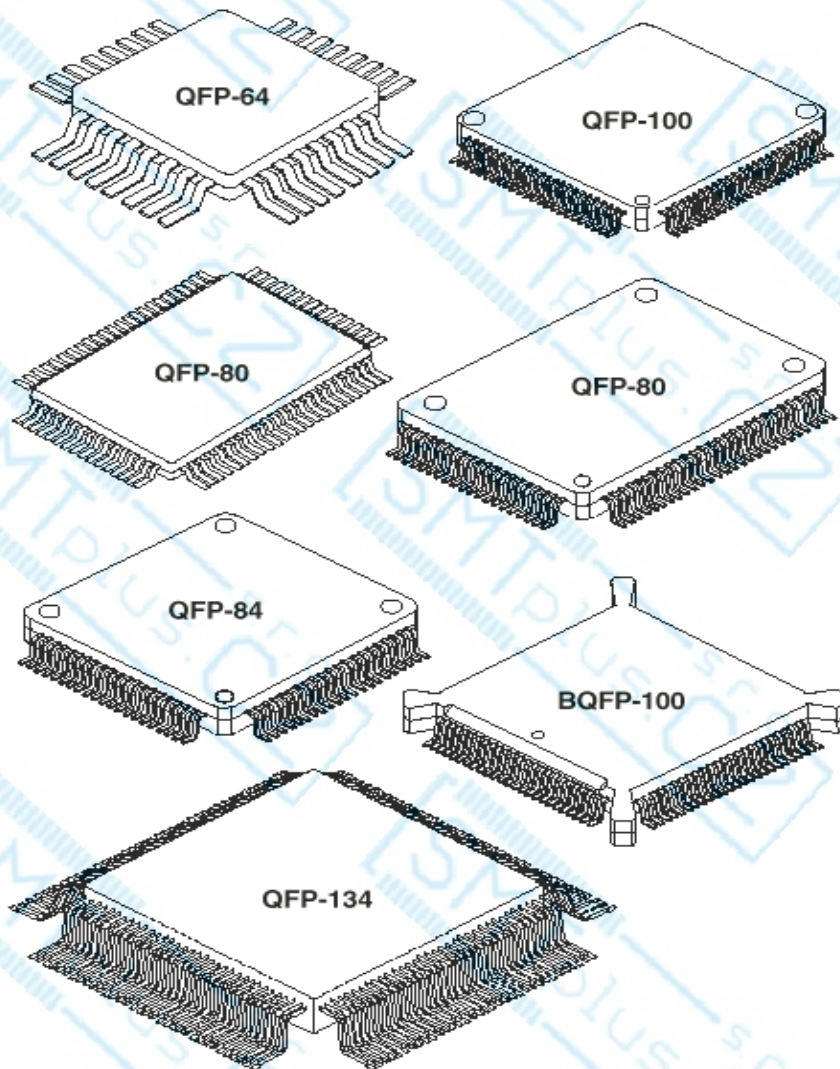
Dimensions shown in millimeters



Plocha uprostřed (Exposed Pad) zlepšuje odvod tepla.

Zdroj: Dokumentace Analog Devices

Pouzdra typu FLAT-PACK



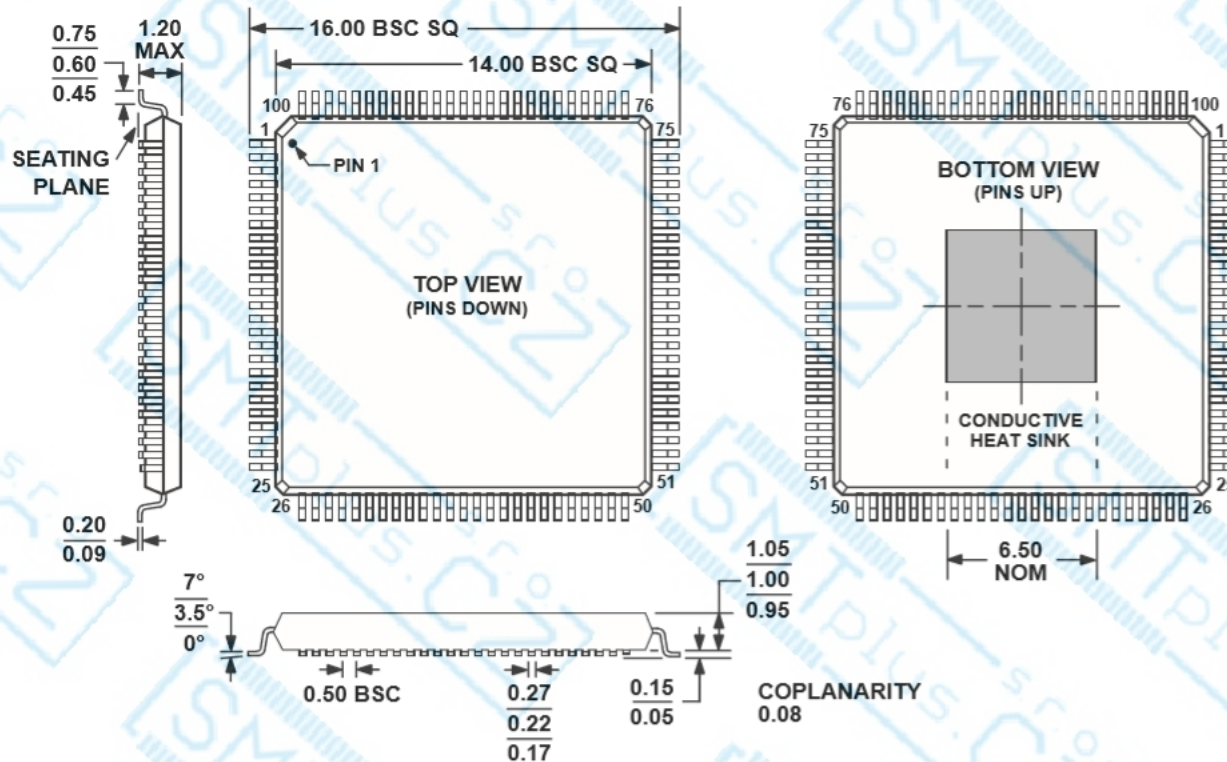
- plastové pouzdro značení P-QFP
- keramické pouzdro značení C-QFP
- přívody typu " L "
- rozteč vývodů je 0,3 až 1,27 mm
- rozteč méně jako 0,635 (0.500) mm - fine pitch
- pro výměnu pouzder kontaktní metodou jsou třeba speciální nástroje
- BQFP - pouzdro s výstupky v rozích, tyto chrání poškození vývodů
- orientace - vylisovaným bodem, skosením rohu, skosením hrany nebo jinak

Pouzdra typu FLAT-PACK provedení EP



100-Lead Thin Quad Flat Package, Exposed Pad [TQFP_EP]
(SV-100-1)

Dimensions shown in millimeters



NOTES

COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-026-AED-HD

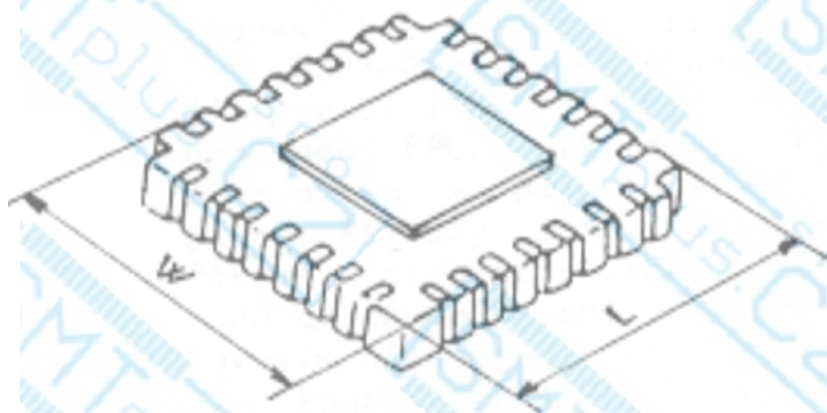
Chladící plocha Exposed Pad může mít různá provedení.

„Divný“ Flat Pack

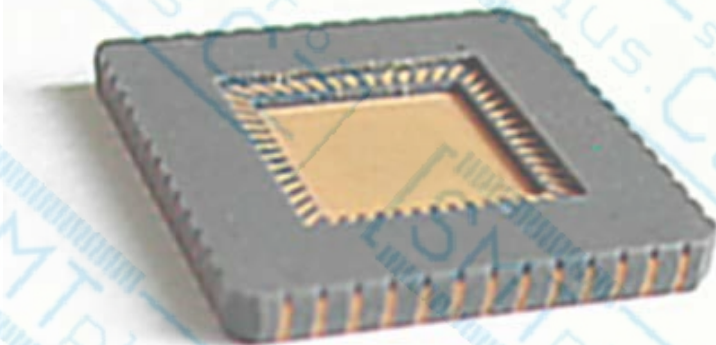


Součástky SMD

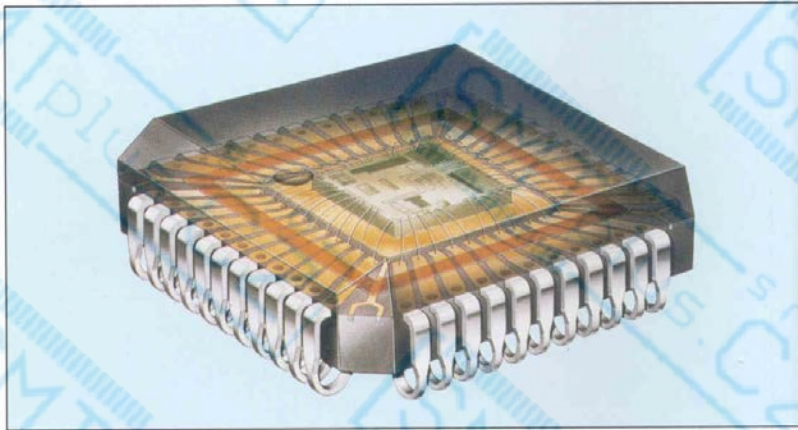
Pouzdro LCCC (Leadless Ceramic Chip Carrier)



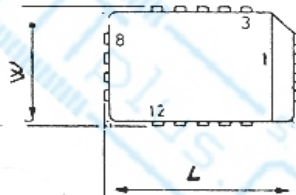
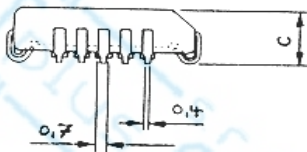
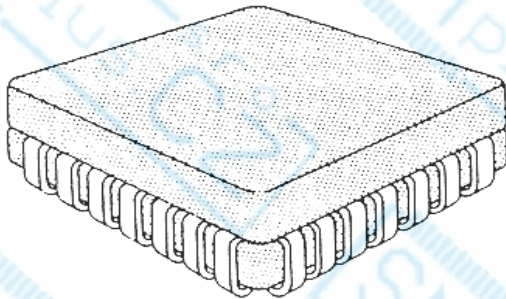
- keramické " bezvývodové " pouzdro
- počet vývodů je 18 až 156
- dobré elektrické vlastnosti
- problémy s tepelnou roztažností - nutnost použít speciální materiály pro plošný spoj
- pouzdro je drahé



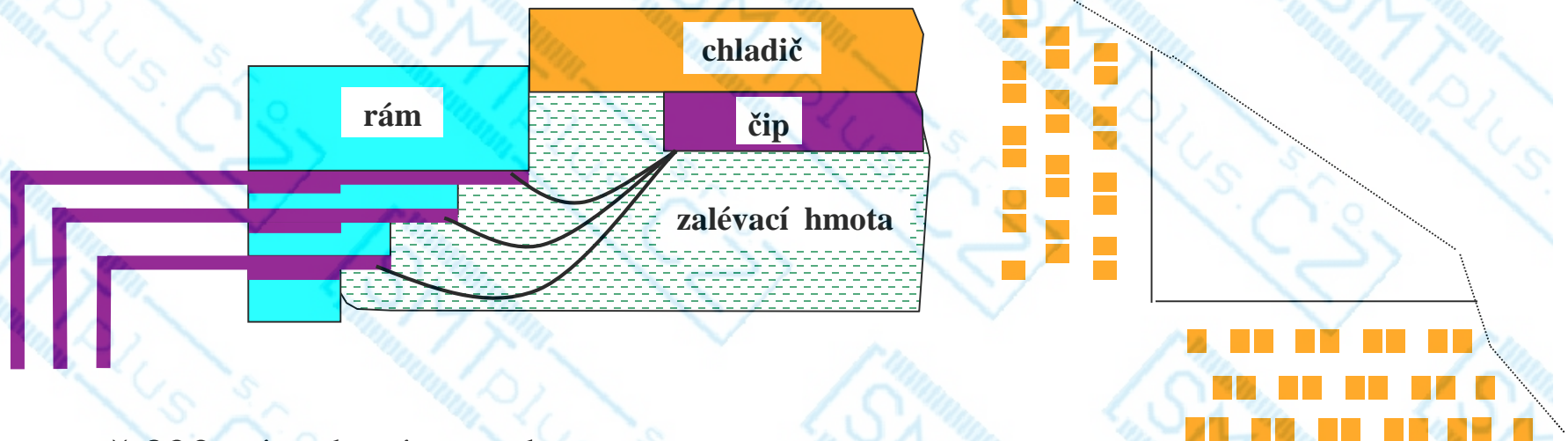
Pouzdro PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier)



- Plastové pouzdro s přívody " J „
- Počet vývodů 20 až 84
- Možnost umístění pouzdra do patič
- Obtížně se pájí vlnou
- Levné a rozšířené pouzdro

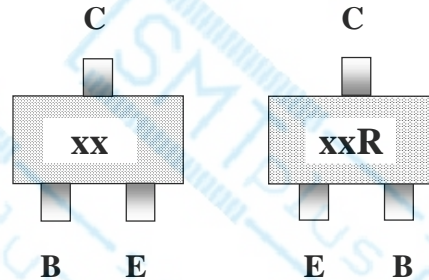
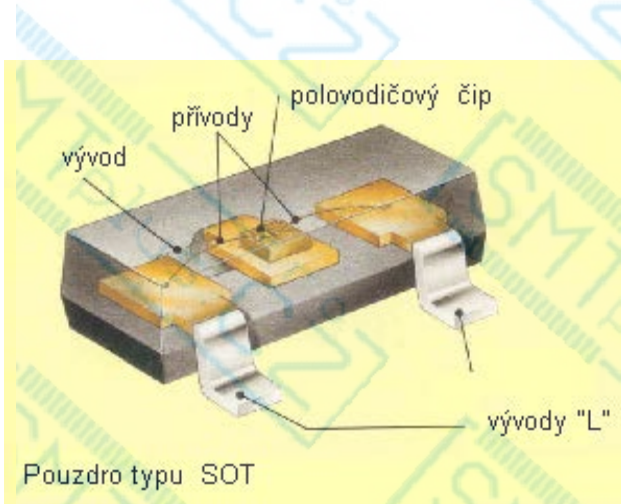


Pouzdro VSPA™ (Very Small Peripheral Array)



- až 320 vývodové pouzdro
- speciální plastový rám
- kovové přívody jsou nejčastěji z fosforbronzí, nebo slitiny Ni 42 v provedení ve více řadách (3 až 5)
- cena pouzdra je přibližně 60% ceny QFP
- výhodou je stejná technologie pájení a osazení jako QFP

Pouzdro SOT 23 (Small Outline Transistor)

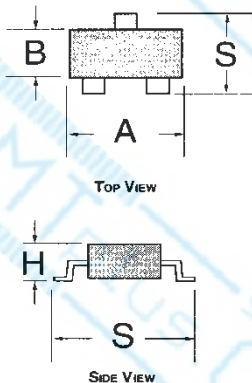
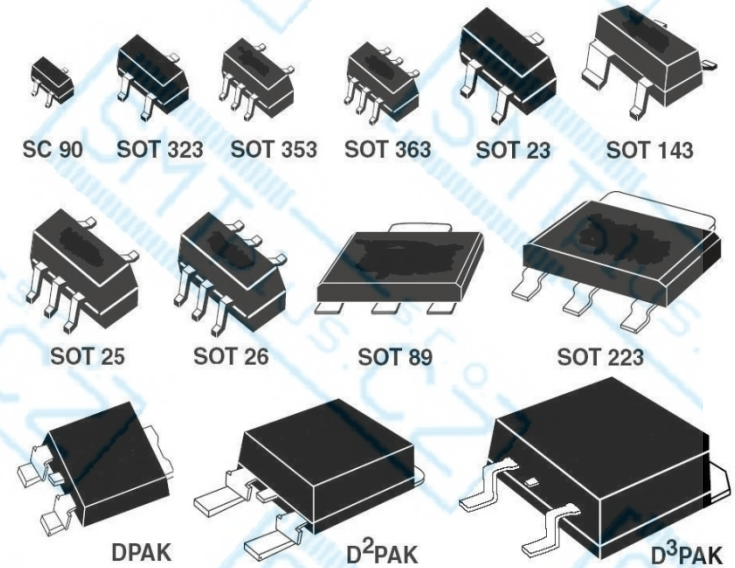


- 3 vývody ve tvaru „L“
- dvojí orientace vývodů
- zakódované značení transistorů

typ	označení	vodivost	typ	označení	vodivost
BC 807	5A, 5B, 5C	PNP	BC848	1J,1K,1L	NPN
BC 808	5E, 5F, 5G	PNP	BC849	2B, 2C	NPN
BC 817	6A,6B,6C	NPN	BC850	2F, 2G	NPN
BC 818	6E,6F,6G	NPN	BC856	3A, 3B	PNP
BC846	1A,1B	NPN	BC857	3E,3F,3G	PNP
BC847	1E,1F,1G	NPN	BC858	3J,3K,3L	PNP

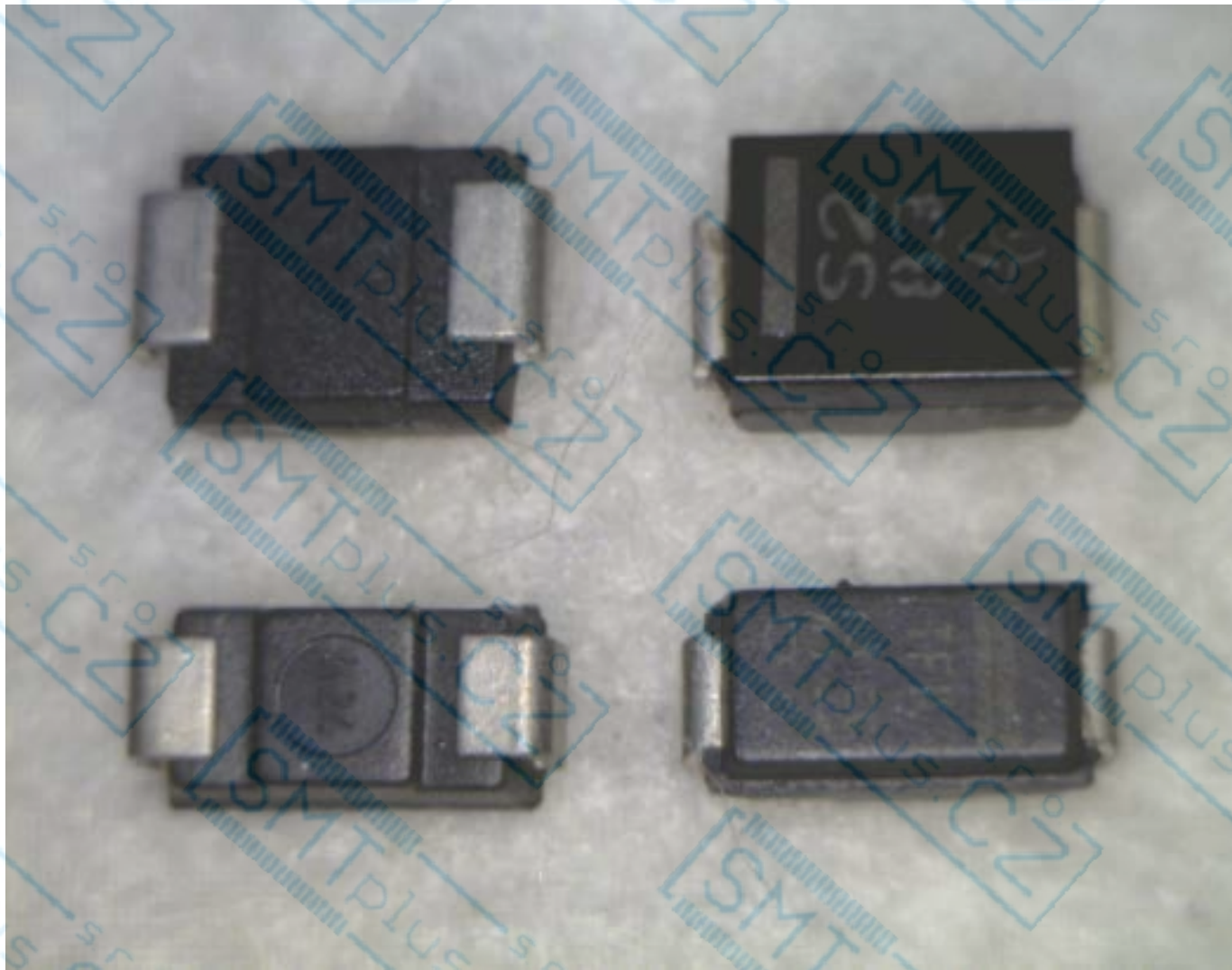
Pouzdra SOT (Small Outline Transistor) a DPAK

Počet vývodů	SOT	SC (EIAJ)	TO (JEDEC)	A	B	S	H
3	SOT346	SC59	TO236AA	2,9	1,6	2,8	1,1
3	SOT323	SC70-3	-	2,0	1,25	2,1	0,9
3	-	SC90	-	1,6	0,8	1,6	0,7
3	SOT23	-	TO236AB	2,9	1,3	2,4	0,95
5	SOT23-5	SC74A	-	2,9	1,6	2,8	1,1
6	SOT23-6	SC74	TSOP6	2,9	1,6	2,8	1,1
3	SOT89	SC82	TO243AA	4,5	2,5	4,0	1,5
4	SOT143	-	TO253AA	2,9	1,6	2,8	0,95
3	SOT223	-	TO261AA	6,5	3,6	7,0	1,6
3	SOT323	SC70	-	2,0	1,25	2,1	0,9
5	SOT353	SC70-5	-	2,0	1,25	2,1	0,9
6	SOT363	SC70-6	-	2,0	1,25	2,1	0,9



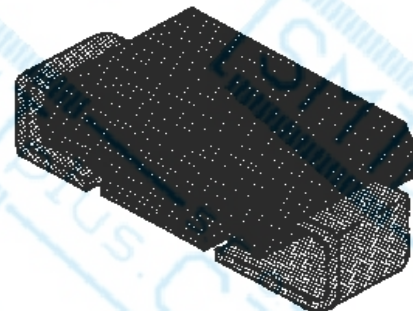
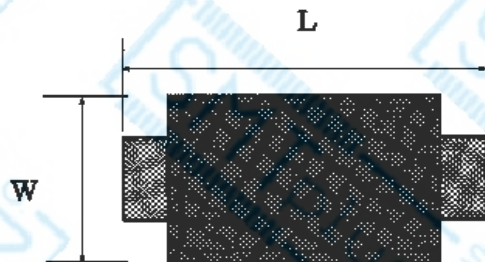
- 3 a 4 vývodové pouzdra se používají pro diody a transistory
- 5 a 6 vývodů pouzdra se používají pro IO, nebo diodová pole.
- existuje celá řada dalších typů

Pouzdra SOD (Small Outline Diode)

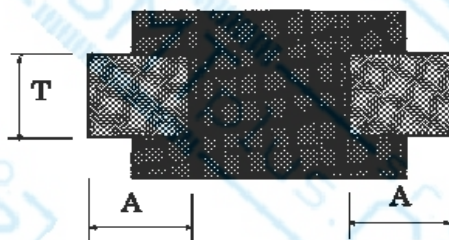


Čipová pouzdra pro diody (SOD)

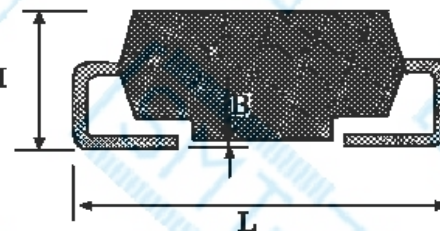
pohled shora



pohled zespodu



pohled z boku



Rozměry (mm)

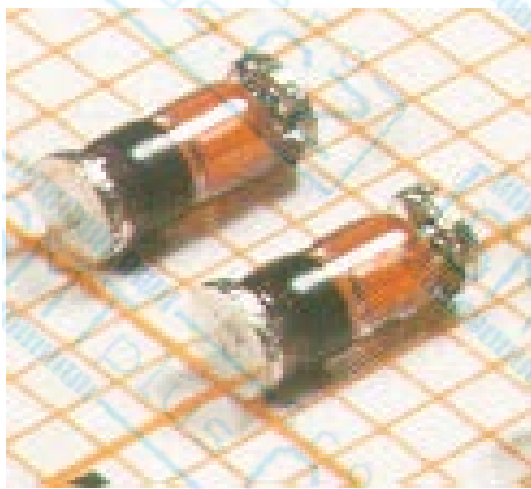
	<i>L</i>		<i>W</i>		<i>H</i>		<i>T</i>		<i>A</i>		<i>B</i>
	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	
SOD 6	6.0	6.4	3.8	4.2	2.5	3.1	2.8	3.2	0.9	1.3	0.1
SOD 15	7.6	8.0	4.8	5.2	2.5	3.1	2.8	3.2	1.0		0.1

Čipová pouzdra SOD pro diody

Válcová pouzdra pro diody



- výhoda - není třeba rozlišovat vrch a spodek
- nevýhoda - špatně se berou vakuovými nástroji
- skleněné, nebo plastové pouzdro
- katoda značena proužkem

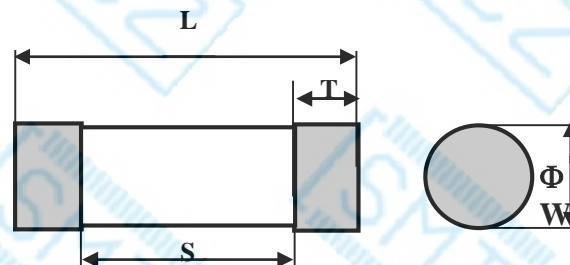


Typ pouzdra	Průměr [mm]	Délka [mm]
SOD 80 (skleněné)	1,5	3,4
SOD 87 (plastové)	2,1	3,4
SM1-TR (LL41, DO-213AB)	2,8	5,0
MELF DIODE	2,3	5,0

Pouzdra pro rezistory (MELF - Metal Electrical Face)

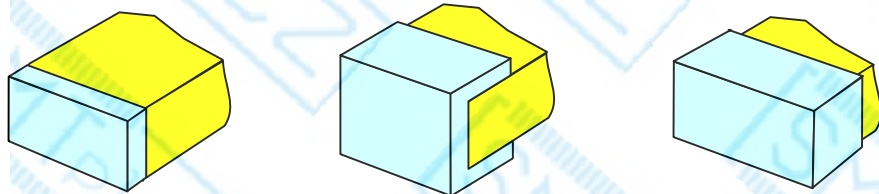


- keramické těleso
- větší výkonová ztráta
- rezistory mají lepší elektrické vlastnosti (šum, TCR)
- značení čárovým kódem
- používají se hodně v Japonsku



Typ pouzdra	L		S		W		T	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1610	1,50	1,65	0,50	1,35	0,95	1,15	0,15	0,50
2012 (mikroMELF)	1,90	2,10	0,60	1,50	1,15	1,35	0,30	0,65
3514 (miniMELF)	3,30	3,70	1,10	3,10	1,30	1,50	0,30	1,10
5922 (MELF)	5,70	6,10	2,70	5,10	2,10	2,30	0,50	1,50

Čipová pouzdra



1206

0805

0603

0402

0201



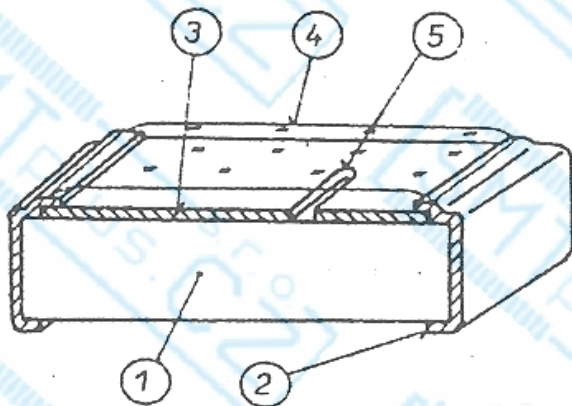
1)

Kód pouzdra		Velikost (délka x šířka)	
palce	mm	palce	mm
0402	1005	0,04" x 0,02"	1,0 x 0,5mm
0504	1210	0,05" x 0,04"	1,2 x 1,0mm
0603	1508	0,06" x 0,03"	1,5 x 0,8mm
0805	2012	0,08" x 0,05"	2,0 x 1,2mm
1005	2512	0,10" x 0,05"	2,5 x 1,2mm
1206	3216	0,12" x 0,06"	3,2 x 1,6mm
1210	3225	0,12" x 0,10"	3,2 x 2,5mm
1812	4532	0,18" x 0,12"	4,5 x 3,2mm
2225	5664	0,22" x 0,25"	5,6 x 6,4mm

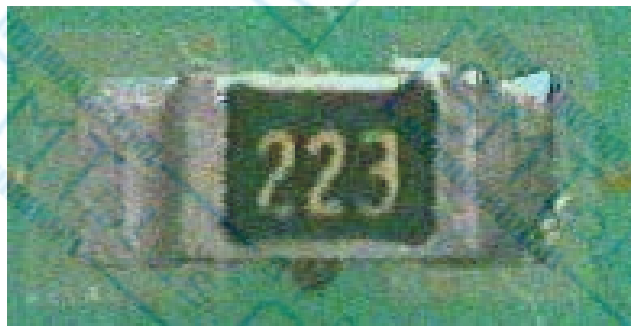
- použití pro pasivní součástky (R, C a další)
- mají tvar kvádrů s vývody po stranách (metalizované plošky)
- velikost je označena čísly rozměry půdorysu v setinách palce (USA), nebo desetiny mm 1palec=25,4mm
- výhody - dobře se berou vakuovými nástroji a centrují v automatu
- nevýhody - třeba rozlišovat vrch a spodek součástky, hlavně u odporů – **důležité při opravách**

1) Zdroj:Caroline Beelen, CFT Eindhoven, Trends in Assembly Process for Miniaturised Consumer Electronics

Čipové rezistory



1. keramická podložka
2. vývody
3. odporová vrstva
4. ochranná vrstva
5. drážka po trimování
(přesné dostavení hodnoty)



- barva horní části pouzdra černá, zelená, modrá
- třeba rozlišit vrch a spodek pouzdra
- vyrábí se z korundové destičky (čistý Al_2O_3), na kterou je nanesena odporová vrstva
- vyrábí se rezistory s nulovým odporem pro realizaci propojek na plošném spoji
- velikost 0201(1 x 0,5mm) až 2512.

Čipové rezistory – tenká vrstva

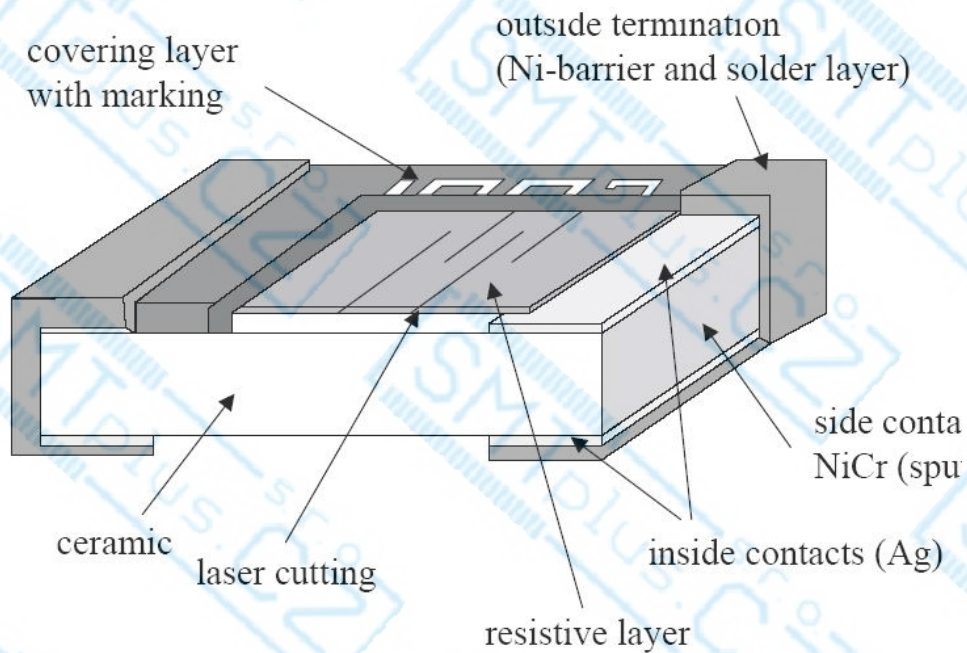


Fig.1 Thin-film chip resistors

Source: YAGEO, catalogue 2009

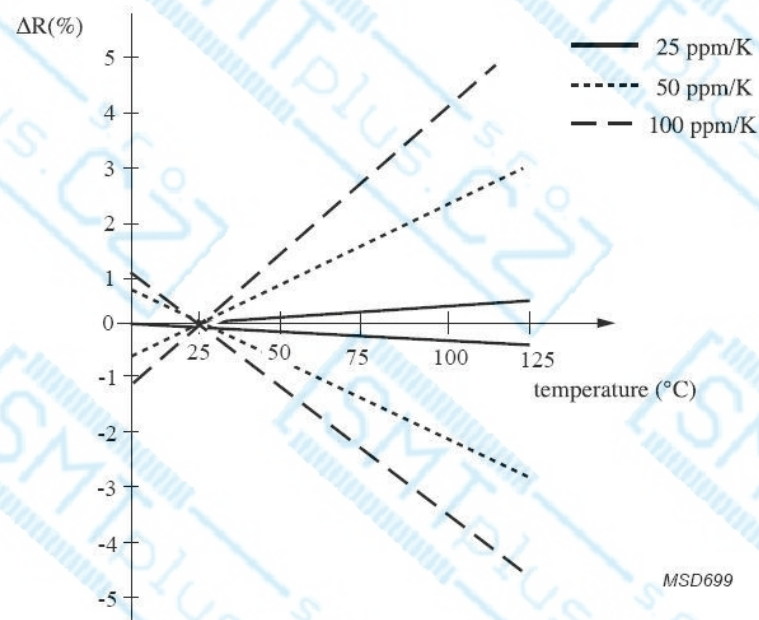
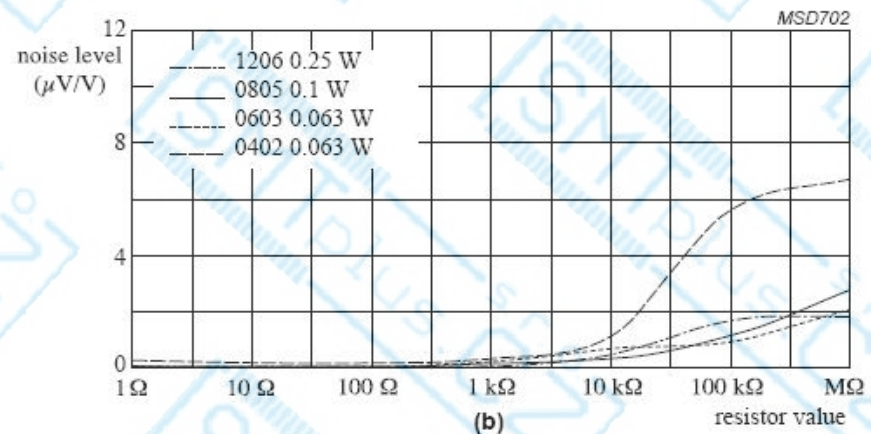
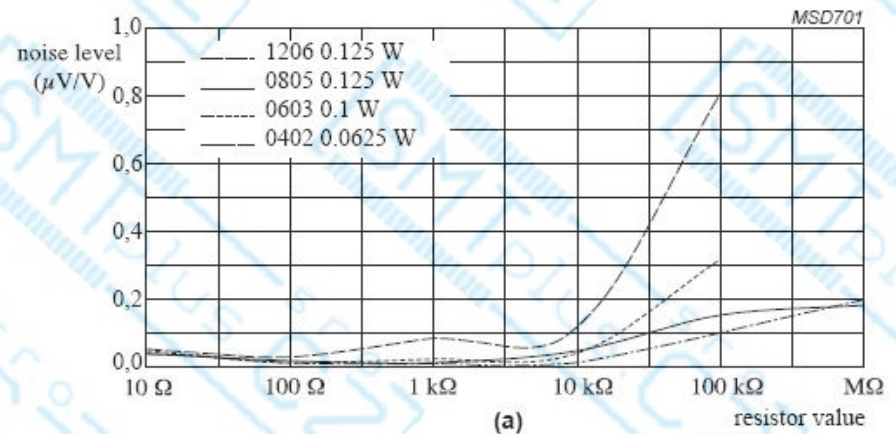


Fig.2 A typical thin-film resistor has a temperature coefficient of resistance (TCR) as low as 25 ppm/K, significantly less than the 50 ppm/K attainable in thick-film technology

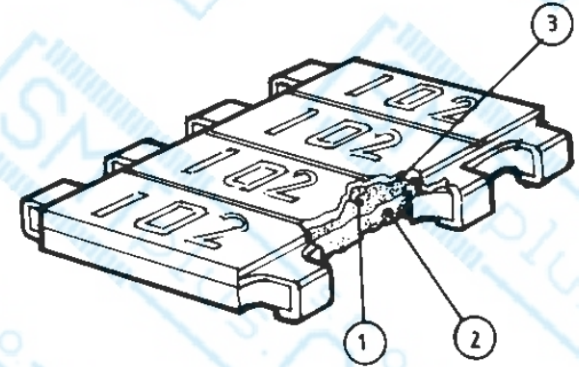
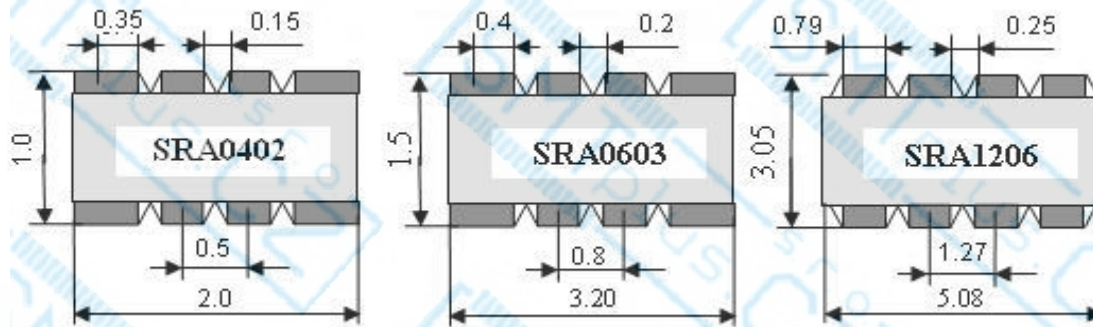
Čipové rezistory – tenká vrstva



Source: YAGEO, catalogue 2009

Fig.3 Typical noise figure as a function of rated resistance (a) thin-film resistors (b) thick-film resistors

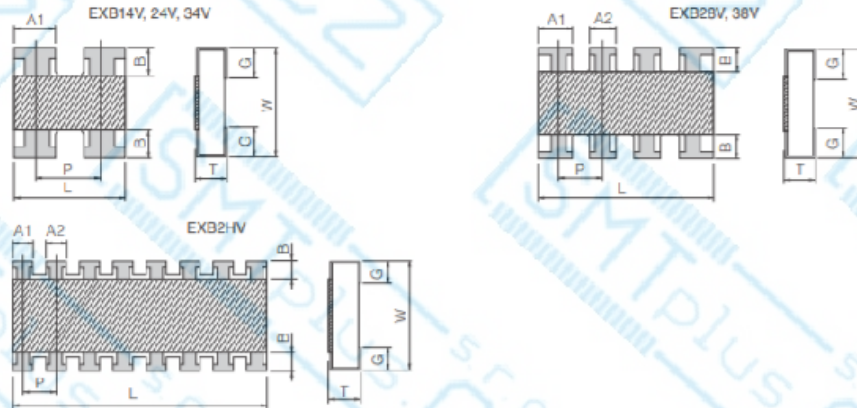
Rezistorová pole - RA (Rezistor Array)



1. odporová vrstva
2. keramická podložka
3. ochranná vrstva (borosilikátové sklo)

- úspora místa při montáži
- použití pro ošetření sběrnic mikropočítačových systémů
- SRA0603 přibližně velikost pouzdra 1206
- SRA1206 přibližně velikost pouzdra 2012

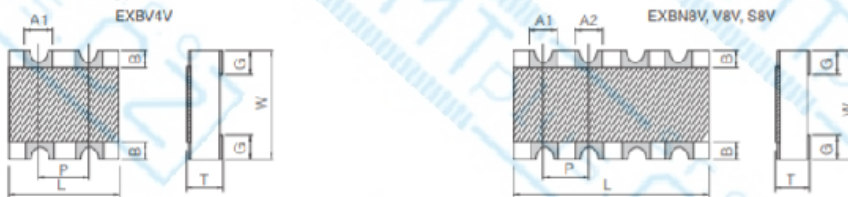
Rezistorová pole - RA (Panasonic)



Part No. (inch size)	Dimensions (mm)								Mass (Weight) [g/1000 pcs.]
	L	W	T	A1	A2	B	P	G	
EXB14V (0201×2)	0.80 ^{+0.10}	0.60 ^{+0.10}	0.35 ^{+0.10}	0.35 ^{+0.10}	—	0.15 ^{+0.10}	(0.50)	0.15 ^{+0.10}	0.5
EXB24V (0402×2)	1.00 ^{+0.10}	1.00 ^{+0.10}	0.35 ^{+0.10}	0.40 ^{+0.10}	—	0.18 ^{+0.10}	(0.65)	0.25 ^{+0.10}	1.2
EXB28V (0402×4)	2.00 ^{+0.10}	1.00 ^{+0.10}	0.35 ^{+0.10}	0.45 ^{+0.10}	0.35 ^{+0.10}	0.20 ^{+0.10}	(0.50)	0.25 ^{+0.10}	2.0
EXB24V (0602×6)	3.80 ^{+0.10}	1.60 ^{+0.10}	0.45 ^{+0.10}	0.35 ^{+0.10}	0.35 ^{+0.10}	0.30 ^{+0.10}	(0.50)	0.30 ^{+0.10}	9.0
EXB34V (0603×2)	1.60 ^{+0.20}	1.60 ^{+0.15}	0.50 ^{+0.10}	0.65 ^{+0.15}	—	0.30 ^{+0.20}	(0.80)	0.30 ^{+0.20}	3.5
EXB38V (0603×4)	3.20 ^{+0.20}	1.60 ^{+0.15}	0.50 ^{+0.10}	0.65 ^{+0.15}	0.45 ^{+0.15}	0.30 ^{+0.20}	(0.80)	0.35 ^{+0.20}	7.0

() Reference

(2) Concave Terminal type



Part No. (inch size)	Dimensions (mm)								Mass (Weight) [g/1000 pcs.]
	L	W	T	A1	A2	B	P	G	
EXBN8V (0402×4)	2.00 ^{+0.10}	1.00 ^{+0.10}	0.45 ^{+0.10}	0.30 ^{+0.10}	0.30 ^{+0.10}	0.20 ^{+0.10}	(0.50)	0.30 ^{+0.10}	3.0
EXBV4V (0603×2)	1.60 ^{+0.20}	1.60 ^{+0.10}	0.60 ^{+0.10}	0.60 ^{+0.10}	—	0.30 ^{+0.15}	(0.80)	0.45 ^{+0.15}	5.0
EXBV8V (0603×4)	3.20 ^{+0.20}	1.60 ^{+0.10}	0.60 ^{+0.10}	0.60 ^{+0.10}	0.60 ^{+0.10}	0.30 ^{+0.15}	(0.80)	0.45 ^{+0.15}	10
EXBS8V (0805×4)	5.08 ^{+0.20}	2.20 ^{+0.10}	0.70 ^{+0.10}	0.80 ^{+0.15}	0.80 ^{+0.15}	0.50 ^{+0.15}	(1.27)	0.55 ^{+0.15}	30

() Reference

Značení čipových rezistorů

- hodnoty se realizují v tolerančních řadách E6 , E12, E24, (20%, 10%, 5%) a dalších E48, E96, E192, - čím je vyšší číslo, tím je rezistor přesnější
- první dvě (tři) číslice udávají platnou číselnou hodnotu
- poslední číslice je násobitelem (udává počet nul za číselnou hodnotou).

Kódované značení rezistorů pro hodnoty v toleranční v řadě E24

hodnota	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
znak	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
hodnota	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1
znak	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

Kódované značení rezistorů pro hodnoty mimo toleranční řadu

hodnota	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
znak	a	b	d	e	f	m	n	t	y

- $4,7\Omega$ - 4R7, nebo 4R70, nebo S0
- 47Ω - 470, nebo 47R0, nebo S1
- 470Ω - 471, nebo 470R, nebo S2
- 4700Ω - 472, nebo 4701, nebo S3
- 47000Ω - 473, nebo 4702, nebo S4
- 48100Ω (E192) - 4812

Značení čipových rezistorů II (podle EIA 96)

- označení obsahuje maximálně tři znaky
- každá hodnota v toleranční řadě má své pořadové číslo
- násobitel je kódován velkým písmenem podle tabulky
- jednocentní resistory mají písmenový znak na konci,
- dvoupocentní a více mají písmenový znak na začátku.

Znak	Násobitel	Znak	Násobitel
F	100 000	B	10
E	10 000	A	1
D	1000	X nebo S	0,1
C	100	Y nebo R	0,01

Příklady pro 1% ní odpory

$$22A = 165 \Omega = 165R$$

$$68C = 49\,900 \Omega = 49k9$$

$$43E = 2\,740\,000 \Omega = 2M47$$

$$39X = 24,9 \Omega = 24R9$$

Příklady pro ostatní tolerance

$$A55 = 330 \Omega / 10\%$$

$$C31 = 18\,000 \Omega = 18k\Omega / 5\%$$

$$D18 = 510\,000 \Omega = 510k\Omega / 2\%$$

$$X60 = 82 \Omega / 10\%$$

Značení čipových rezistorů II (podle EIA 96)

(jednoprocentní odpory)

1.znak

1%											
kód	hodn.	kód	hodn.	kód	hodn.	kód	hodn.	kód	hodn.	kód	hodn.
01	100	17	147	33	215	49	316	65	464	81	681
02	102	18	150	34	221	50	324	66	475	82	698
03	105	19	154	35	226	51	332	67	487	83	715
04	107	20	158	36	232	52	340	68	499	84	732
05	110	21	162	37	237	53	348	69	511	85	750
06	113	22	165	38	243	54	357	70	523	86	768
07	115	23	169	39	249	55	365	71	536	87	787
08	118	24	174	40	255	56	374	72	549	88	806
09	121	25	178	41	261	57	383	73	562	89	825
10	124	26	182	42	267	58	392	74	576	90	845
11	127	27	187	43	274	59	402	75	590	91	866
12	130	28	191	44	280	60	412	76	604	92	887
13	133	29	196	45	287	61	422	77	619	93	909
14	137	30	200	46	294	62	432	78	634	94	931
15	140	31	205	47	301	63	442	79	649	95	953
16	143	32	210	48	309	64	453	80	665	96	976

2.znak

znak	násobitel	znak	násobitel
F	100 000	B	10
E	10 000	A	1
D	1000	X nebo S	0.1
C	100	Y nebo R	0.01

Příklady :

22A = 165 ohm = 165R

68C = 49 900 ohm = 49k9

43E = 2 740 000 ohm = 2M47

39X = 24,9 ohm = 24R9

Značení čipových rezistorů II (podle EIA 96)

(2%, 5%, 10% odpory)

1.znak

znak	násobitel	znak	násobitel
F	100 000	B	10
E	10 000	A	1
D	1000	X nebo S	0.1
C	100	Y nebo R	0.01

Příklady :

A55 = 330 ohm /10%

C31 = 18 000 ohm=18kohm /5%

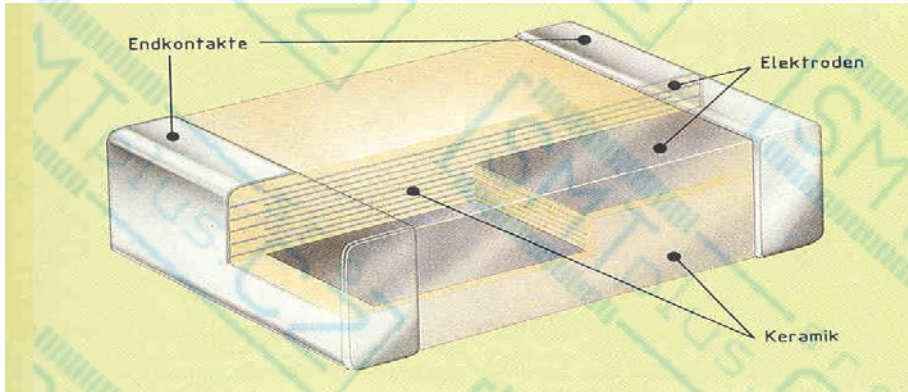
D18 = 510 000 ohm = 510kohm/2%

X60 = 82 ohm/10%

2.znak

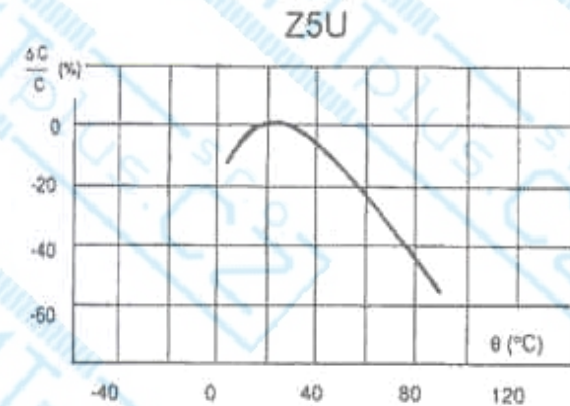
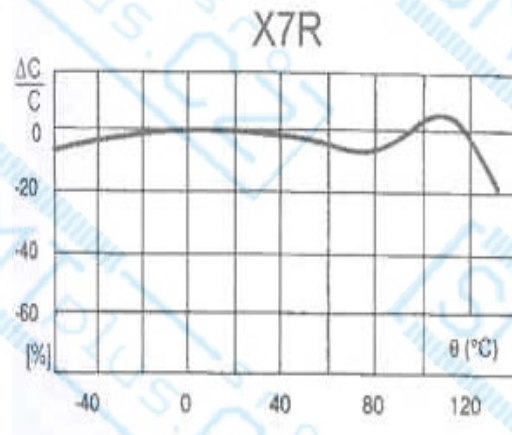
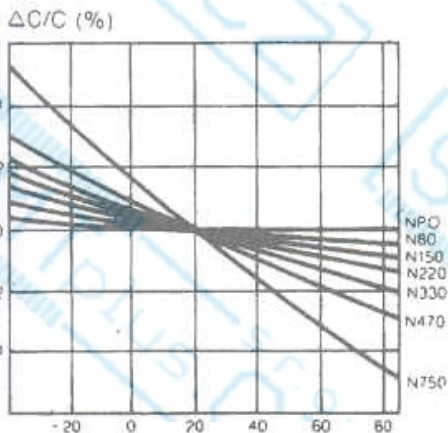
2%				5%				10%	
kód	hodn.	kód	hodn.	kód	hodn.	kód	hodn.	kód	hodn.
01	100	13	330	25	100	37	330	49	100
02	110	14	360	26	110	38	360	50	120
03	120	15	390	27	120	39	390	51	150
04	130	16	430	28	130	40	430	52	180
05	150	17	470	29	150	41	470	53	220
06	160	18	510	30	160	42	510	54	270
07	180	19	560	31	180	43	560	55	330
08	200	20	620	32	200	44	620	56	390
09	220	21	680	33	220	45	680	57	470
10	240	22	750	34	240	46	750	58	560
11	270	23	820	35	270	47	820	59	680
12	300	24	910	36	300	48	910	60	820

Čipové kondenzátory (keramické)



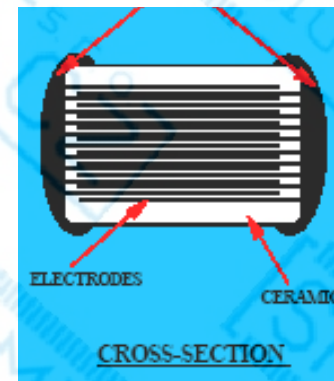
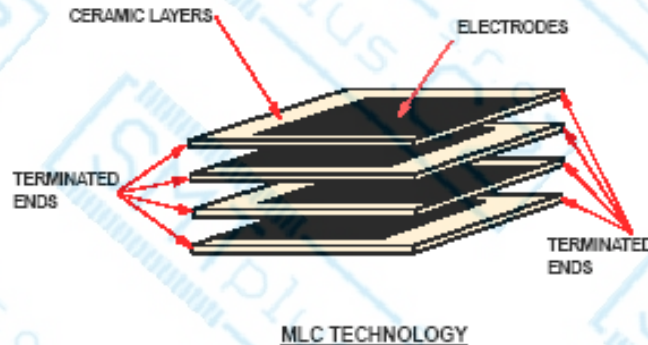
- **konstrukce – jedna, nebo několik vrstev dielektrika s kovovými elektrodami zapojených paralelně**
- **pouzdra mají stejné velikosti jako resistory**

- typ I. (barva hmoty bílá, fialová hmoty NPO, COG, N150, N220, N470 rozsah kapacit 1pF až 4,7nF (10 nF), oscilátory)
- typ II. (barva hmoty světle hnědá), tolerance 5%, střední stabilita, hmota X7R, použití jako vazební, blokovací, rozsah 470pF - 1M
- typ III. ((barva hmoty světle hnědá), tolerance -50 až 100%, nestabilní, použití jako blokovací, hmota Z5U, barva tmavě hnědá, kapacita až do 1M5 a výše)

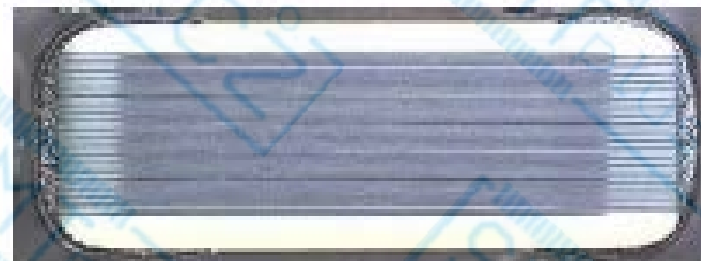


Keramické kondenzátory AVX technologie „multilayer“ (vícevrstvá)

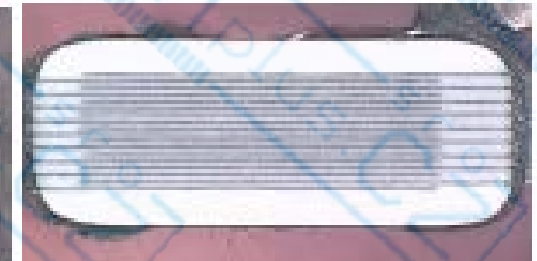
Až 200 izolačních keramických vrstev je postupně nanášeno na vodivé vrstvy (elektrody), z tohoto důvodu se tato metoda nazývá MULTI-LAYER (vícevrstvá). Každý kondenzátor je zakončen vodivou koncovkou (terminací).



tělo NPO, 13 elektrod



tělo A322, 40 elektrod



tělo NPO, 18 elektrod

zdroj:propagace AWX

Značení čipových kondenzátorů

- hodnota na keramických čipových kondenzátorech většinou nebývá udávána
- pokud jsou označeny, je značení podobné jako u rezistorů. Prvé dvojčíslí udává číselnou hodnotu, následující číslice je násobitelem. Odchylka je u číslice 8 (násobitel 0,01) a 9 (násobitel 0,1).
- výsledná hodnota kapacity je v pF
- někdy se používá kódování podle tabulky, stejně jako u rezistorů.

Kódované značení čipových kondenzátorů pokud jsou označeny

hodnota	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
znak	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
hodnota	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1
znak	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

Kódované značení kondenzátorů pro hodnoty mimo toleranční řadu

hodnota	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
znak	a	b	d	e	f	m	n	t	y

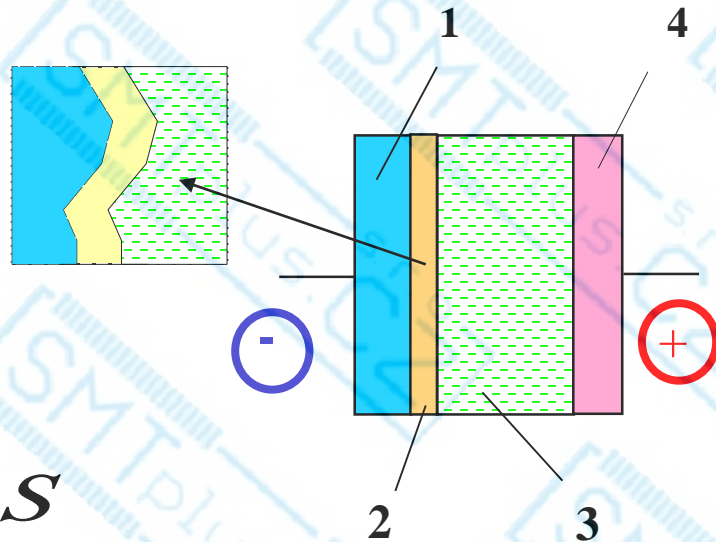
- 0,47 pF478 nebo 0r47, nebo p47
- 4,7 pF479 nebo 4r7, nebo 4p7
- 47 pF470
- 470 pF471
- 4,7 nF (4700 pF)472 nebo 4n7
- 47 nF (47000 pF).....473 4,7 mF
- (4700000 pF).....475 , nebo 4m7

Příklady značení podle tabulky

- S3 4.7 nF ($4,7 \times 10^3$ pF)
- KA2 100 pF ($1,0 \times 10^2$ pF) výrobce firma KERMET

Elektrolytické kondenzátory - princip

- proč má elektrolyt velkou kapacitu a je polarizovaný ?



1. kovová anoda (Al, Ta)
2. dielektrikum (Al₂O₃, nebo Ta₂O₅)
3. elektrolyt
4. kovová katoda

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$$

- hliníkové – levný, malá objemová kapacita, velké ztráty
- tantal – dražší, velká objemová kapacita, malé elektrické ztráty
- nioboxid – levnější, velká objemová kapacita, malé elektrické ztráty

Elektrolytické kondenzátory - značení

- udávána je hodnota kapacity v μF a provozní napětí
- elektrolytické kondenzátory SMD se značí někdy také kódem obsahujícím písmeno a tři číslice. Písmeno značí provozní napětí podle tabulky a další dvě číslice hodnotu kapacity v pF, poslední číslice udává násobitele.

označení	e	G	J	A	C	D	E	V	H
Napětí [V]	2,5	4	6,3	10	16	20	25	35	50

Příklady značení: 2.2/10V ... 2, 2M = 2M2 / 10V

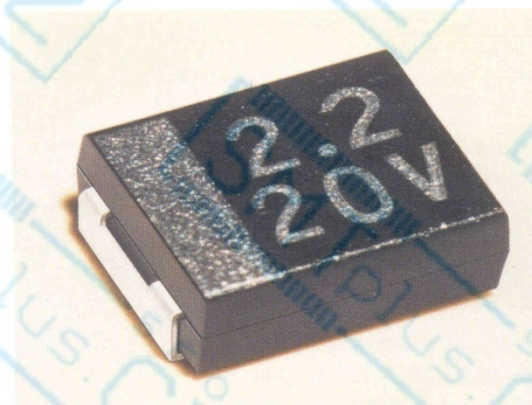
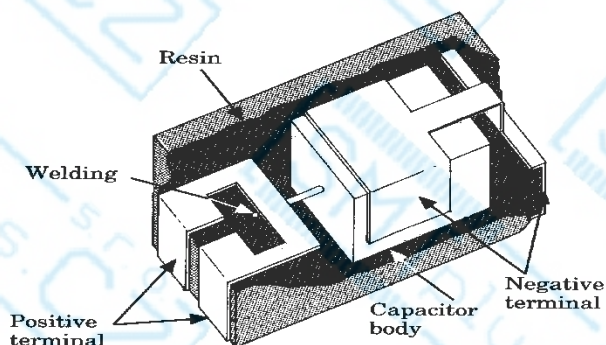
A475 $47 \times 10^5 \text{ pF} = 4,7\text{M} = 4\text{M}7 / 10\text{V}$

Hliníkové elektrolytické SMD kondenzátory, svislý typ



Typy pouzder: 3W52H (nejmenší) až 103W10H (největší)

Tantalové elektrolytické SMD kondenzátory



Velikost (IPC-SM-782)	délka L [mm]	šířka W [mm]	výška H [mm]	rozsah kapacit
A (3216)	3,2	1,6	1,6	od 0,1 do 3,3 μF
B (3528)	3,5	2,8	1,9	od 0,47 do 10 μF
C (6032)	6,0	3,2	2,6	od 1,5 do 47 μF
D (7243)	7,3	4,3	2,9	od 4,7 do 100 μF
E (7243)	7,3	4,3	4,1	od 10 μF do 1500 μF
V	7,3	6,1	3,45	od 150 μF do 1500 μF

- polarita, pozor, světlý pásek je vždy plus

Tantalové (elektrolytické kondenzátory)

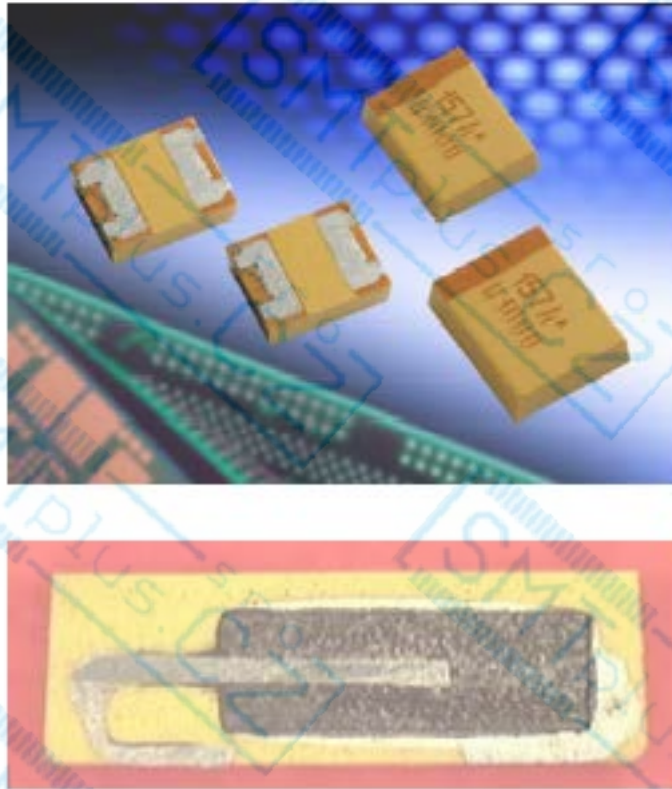
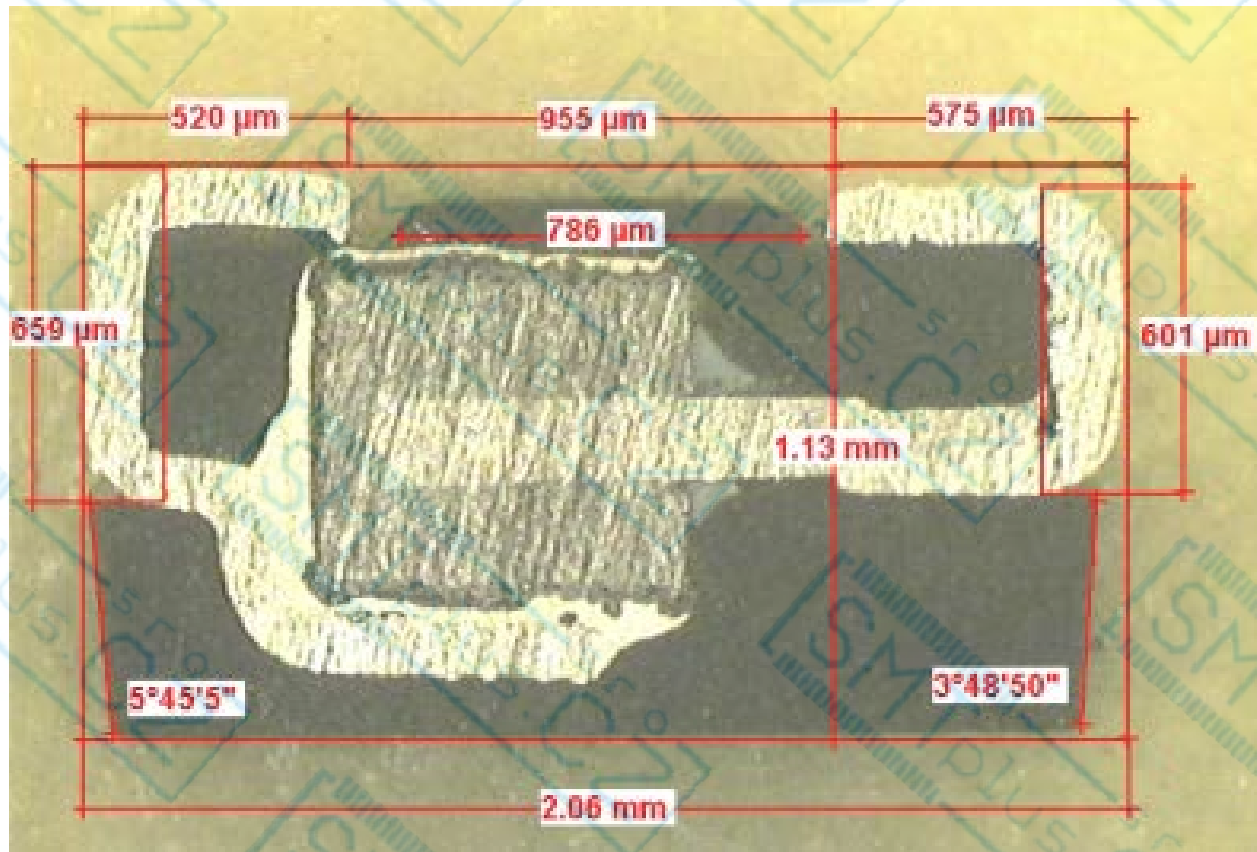


Fig. 7. Low Profile High Volumetric Efficiency Construction

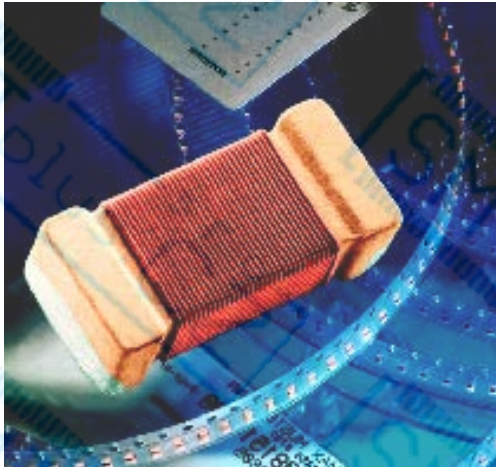
Source: Tomáš Zedníček : Trends in Passive component Industry, 2008

Tantalové (elektrolytické kondenzátory)

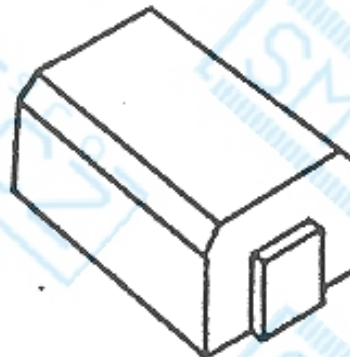
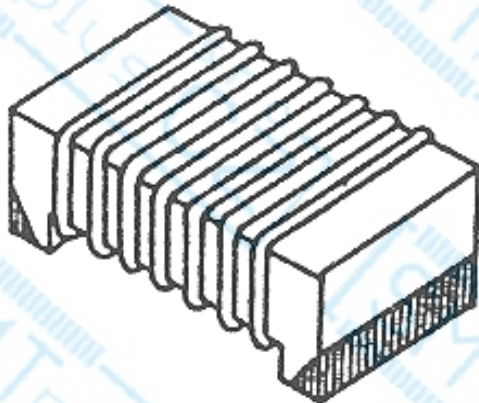


Source: Tomáš Kárník „Výroba tantalových kondenzátorů v AWX Lanškroun“ METAL 2001 15. - 17. 5. 2001, Ostrava, Czech Republic

Indukčnosti SMD



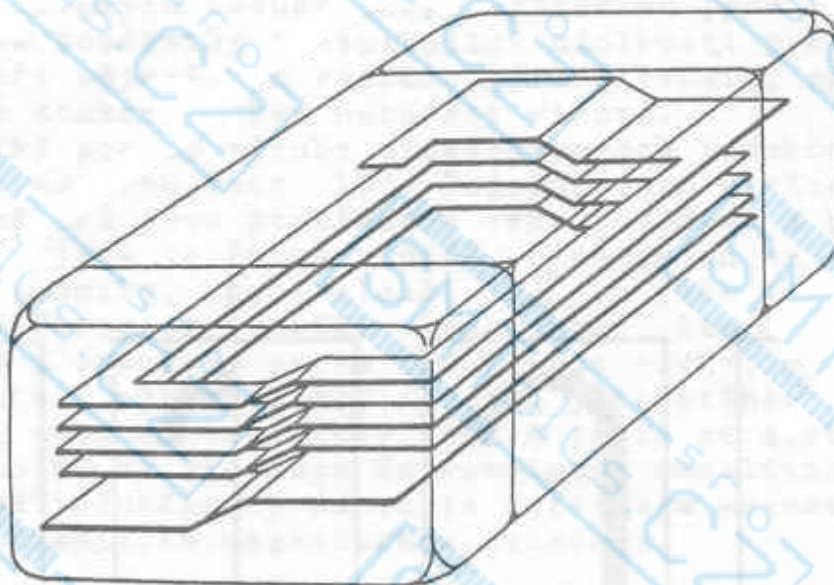
- navinutí vodiče na jádro, které je většinou z feromagnetického materiálu
- otevřené provedení, nebo může být cívka zalisována do vhodné plastické hmoty
- možno realizovat závity plošného vodiče na keramických podložkách, tzv. vrstevné indukčnosti (MLF),



Provedení indukčností pro SMT

Vrstvové indukčnosti

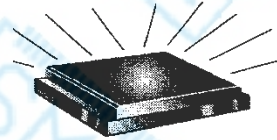
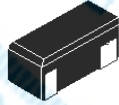
- možno realizovat závity plošného vodiče na keramických podložkách, tzv. vrstevné indukčnosti (MLF),



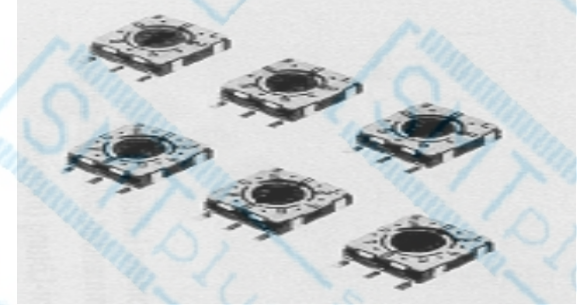
Ostatní součástky SMD - pouzdra (1)



Krystaly SMD



LED dioda SMD



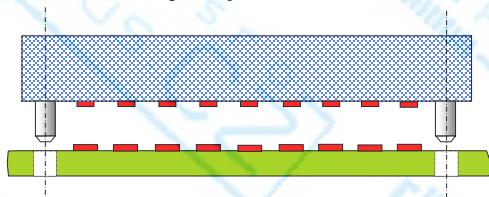
Přepínače SMD



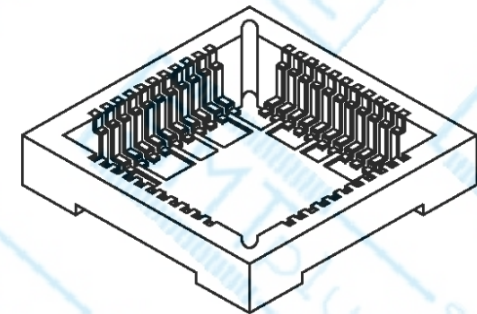
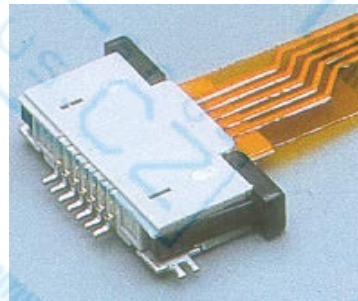
Pojistky SMD



Patice na pojistky SMD



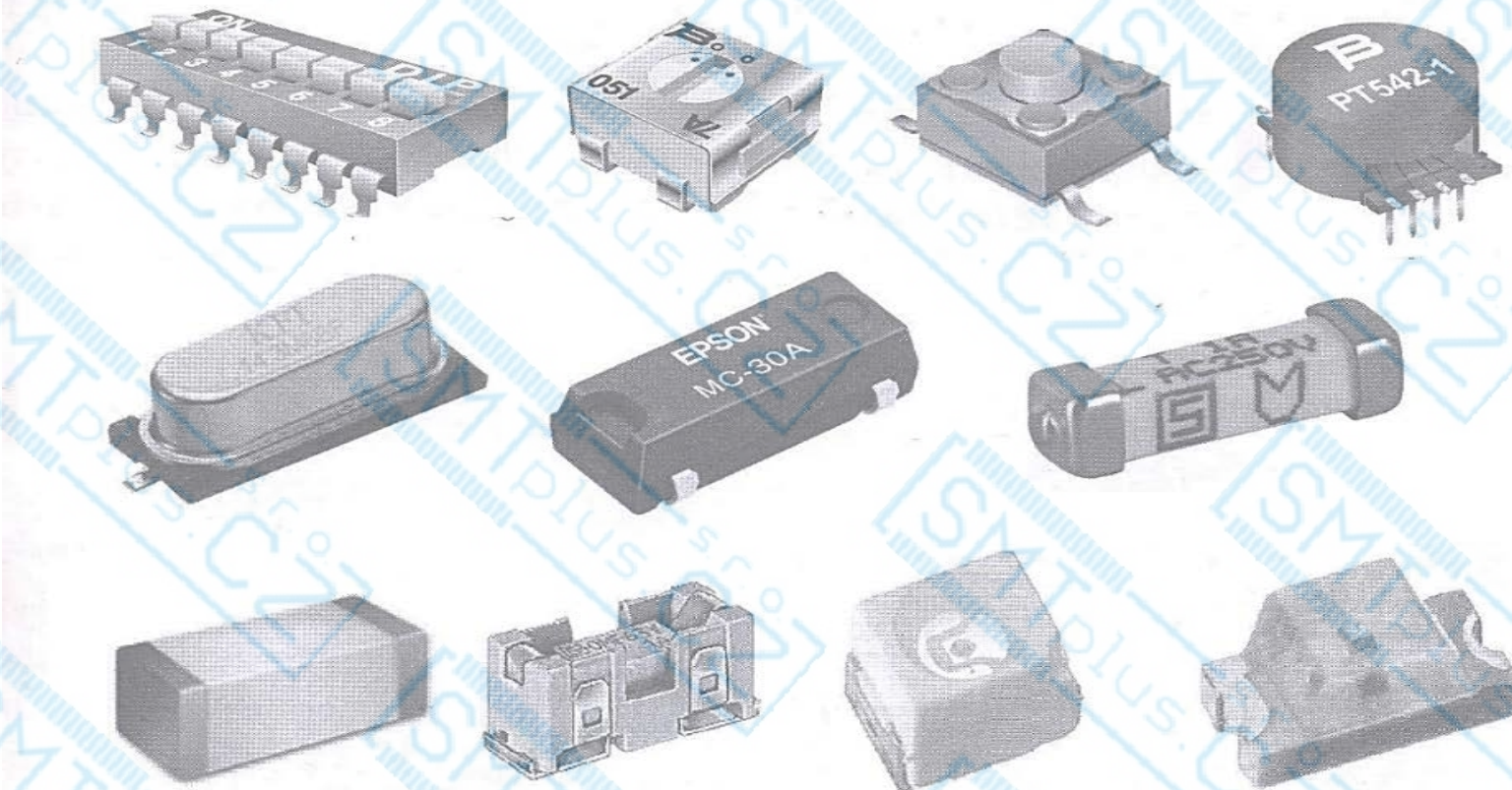
Konektory SMD



SMD patice pro PLCC

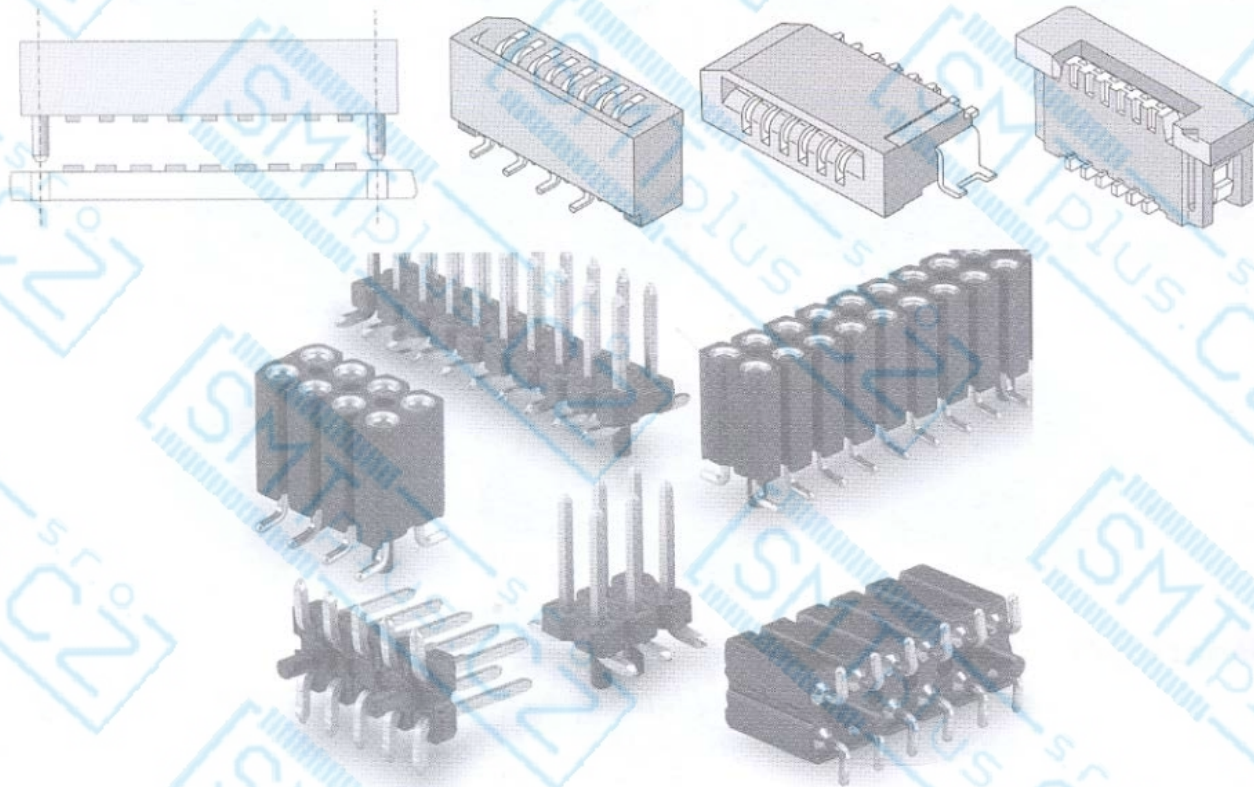
Pozor - při opravách horkovzdušnou pájkou je třeba si uvědomit, že klasický konektor, nebo patice nemusí být stejně teplotně odolný jako provedení SMD !

Ostatní součástky SMD - pouzdra (2)



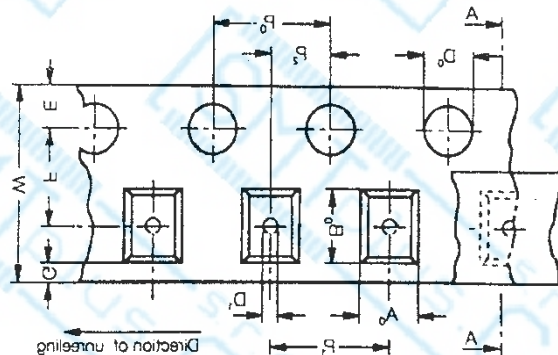
Obr. 3-34 Ostatní součástky v pouzdech SMD [1]

Ostatní součástky SMD - pouzdra (3)



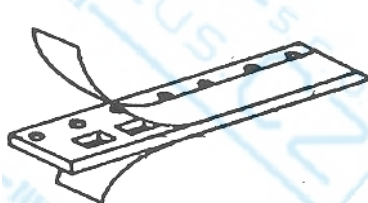
Pozor - při opravách horkovzdušnou pájkou je třeba si uvědomit, že klasický konektor, nebo patice nemusí být stejně teplotně odolný jako provedení SMD !

Balení SMD součástek

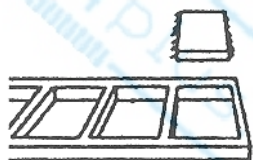


Páskový zásobník podle DIN IEC

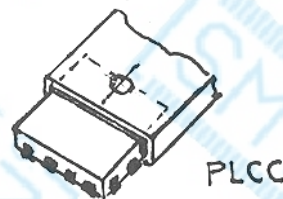
- Balení je uzpůsobeno osazování automatem
- Nejčastěji páskové (blister) zásobníky
- Páskové zásobníky- šířka 8,12, 16, 24, 32, 44, 56 mm
- IO jsou kromě páskových podavačů dodávány v antistatických plastových tyčových, (pouzdra SO, VSO, PLCC aj.), nebo plochých zásobnicích (pouzdra FLAT-PACK).



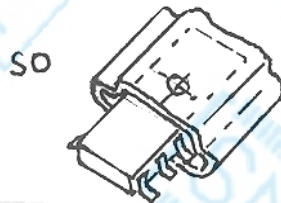
"blister páska"



ploché zásobníky



PLCC

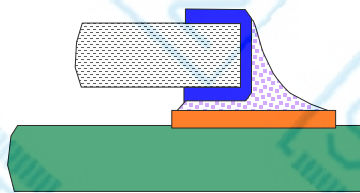


SO

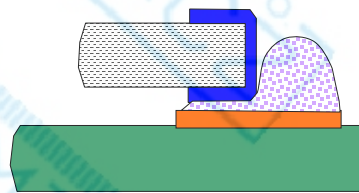
tyčové zásobníky

Skladování a pájitelnost SMD součástek

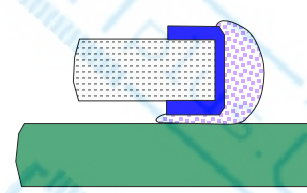
- skladovat v suchém prostředí bez agresivních výparů za podmínek, které udává výrobce
- pájitelnost zhoršuje přítomnost sloučenin síry, které vytváří se se stříbrem nepájitelný sirník stříbra – neskladovat a pryžovými výrobky!
- speciální požadavky na pouzdra BGA
- **orientační test na pájitelnost** – součástku umístíme do pájecí pasty, nanešené na příslušných ploškách (možno použít zkušební desku T03) a přetavíme horkým vzduchem. Jeli pájitelnost dobrá, musí mít pájený spoj charakteristický tvar.



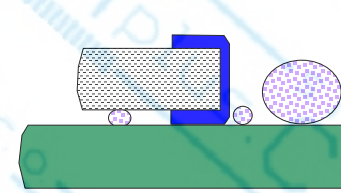
Dobrá pájitelnost



Špatná pájitelnost

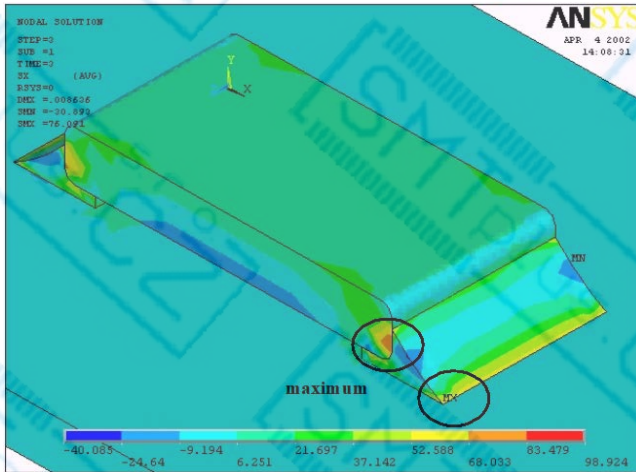


Dobrá pájitelnost

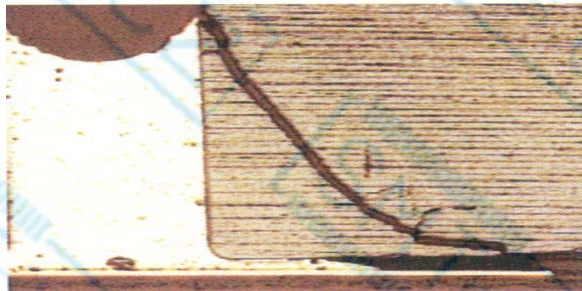


Špatná pájitelnost

Poruchy SMD součástek



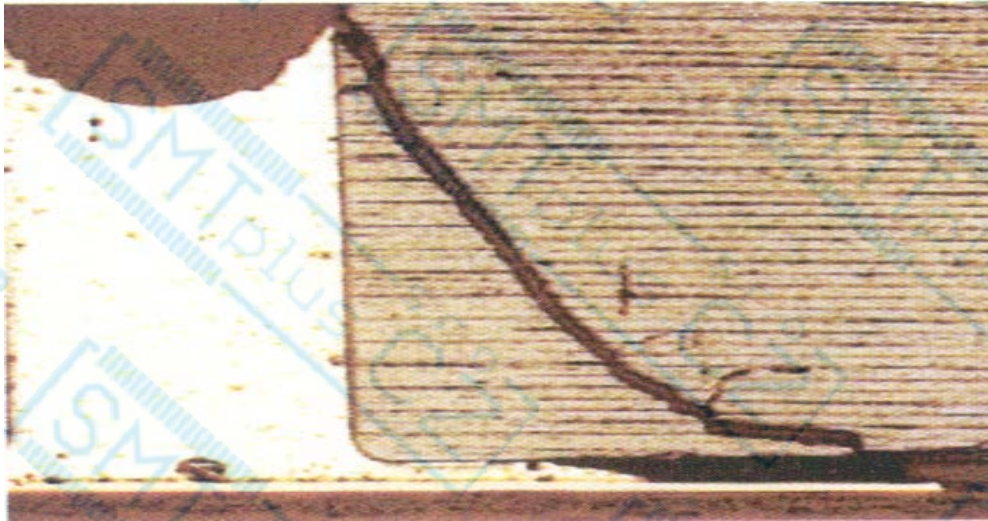
Termomechanické namáhání (součástka 1206, teplota 20°C)



Prasknutí tělesa keramického kondenzátoru

- Prasknutí součástky – způsobeno pnutím při ohřevu (výroba, oprava), změna hodnoty kondenzátoru
- Destrukce v důsledku nevhodného čištění (nevhodný je alkohol, ultrazvuk)
- Používat speciální přípravky (Proclean, Vericlean aj.) nebo IZOPROPYLALKOHOL)

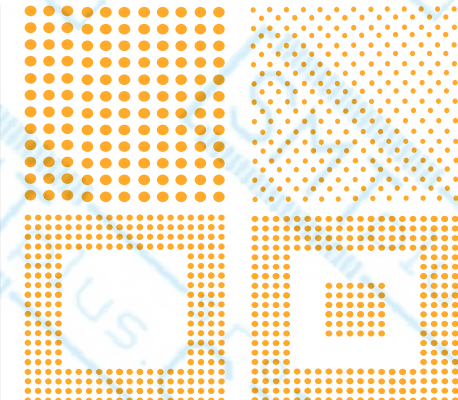
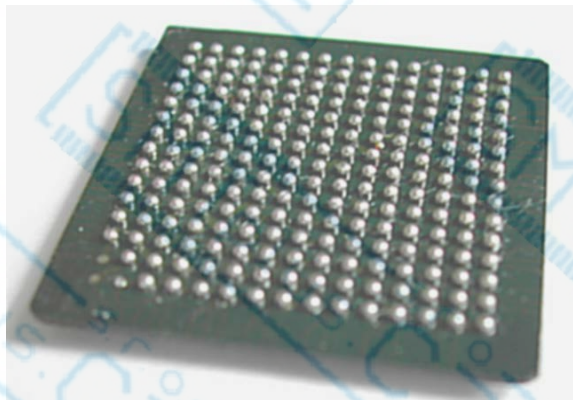
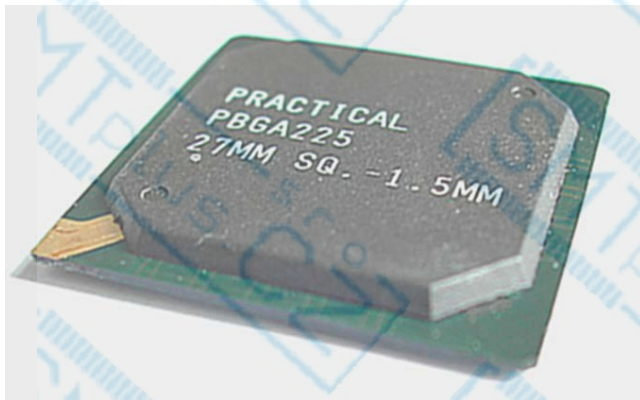
Možná porucha keramického kondenzátoru



Prasknutí tělesa keramického kondenzátoru

Prasknutí součástky – způsobeno pnutím při ohřevu (výroba, oprava),
změna hodnoty kondenzátoru

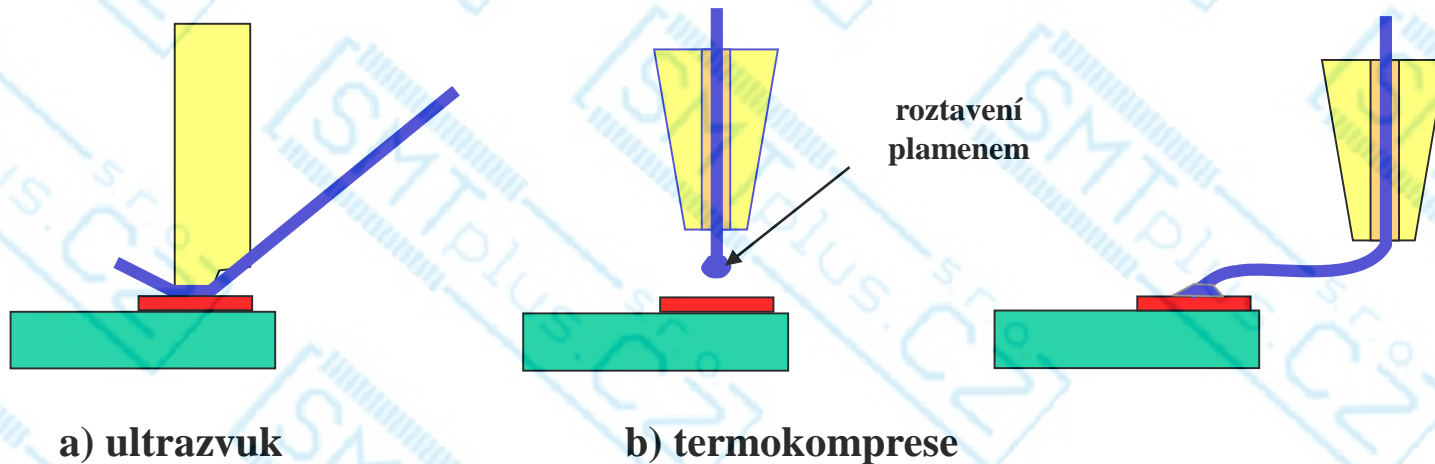
Pouzdra BGA (Ball Grid Array), LGA



- problémy s kontrolou pájených spojů které se nachází pod součástkou, rentgen
- odpájení a pájení horkým vzduchem, zespodu předeheřev

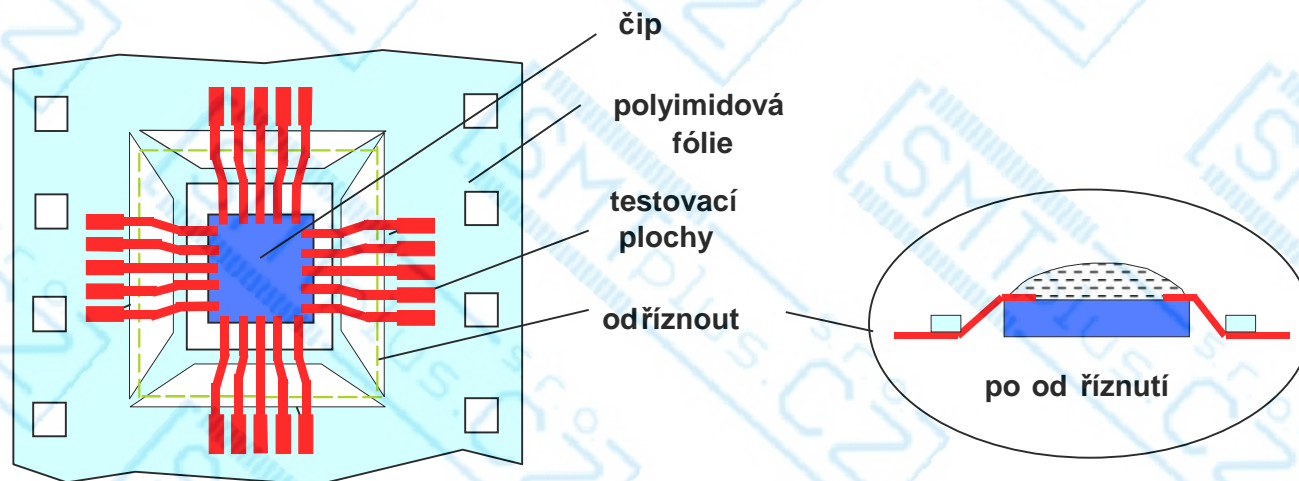
Pouzdro	Indukčnost přívodu [nH]	Kapacita přívodu [pF]	Rezistivita přívodu [mΩ]
225 BGA (2 vrstvy)	5,02 až 9,07	1,18 až 1,31	20 až 24
208 přívodů QFP (Cu přívody)	9,0 až 14,5	< 2,3	70 až 80

Bondování (wire bonding)



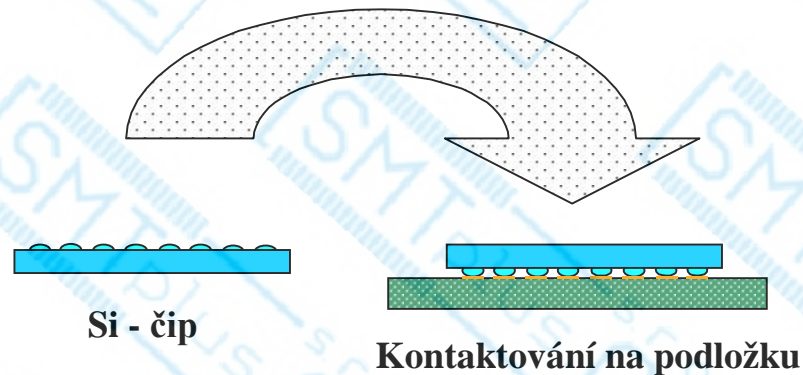
- *ultrazvukové sváření* - princip prolínání částic dvou materiálů v důsledku smykového tření vyvolaného pohybem hrotu způsobeného působením ultrazvuku (40 - 60kHz) a tlaku. Používá se Al drátek. Je to nejpoužívanější metoda
- *termokompresa* - Spojení se vytvoří v důsledku vhodné kombinace teploty a tlaku působícího prostřednictvím hrotu na nejčastěji zlatý drátek v místě vytvářeného spoje

Technologie TAB (Tape Bonding)



- ❑ polyimidová fólie ve tvaru pásu s perforací (obdobně jako kinofilm) s vyraženými otvory, se pokryje tenkou vrstvou Cu fólie a vyleptají se přívody
- ❑ nakontaktuje se polovodičový čip (obdobně jako FLIP-CHIP), který se otestuje
- ❑ čip se zapouzdří vrstvou pryskyřice a před montáží se odřízne z pásu a nalepí na základní desku
- ❑ speciálním nástrojem se vývody kontaktně připájí

Technologie Flip-chip

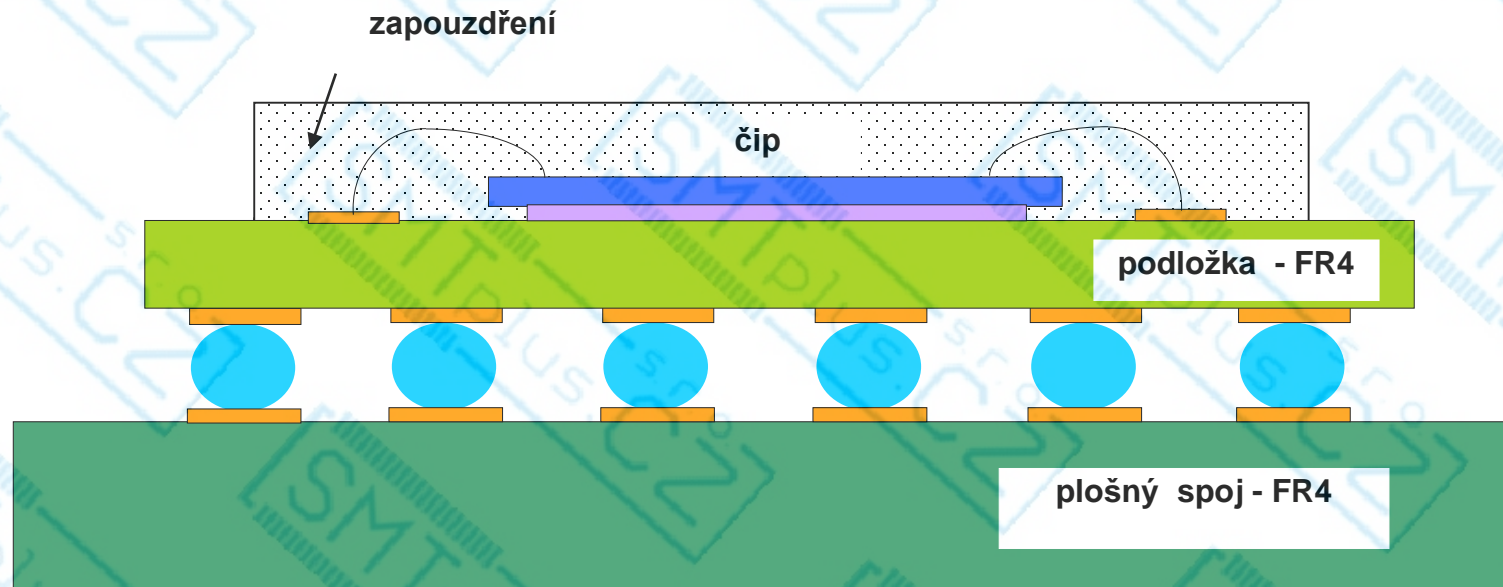


- Polovodičový čip vsazuje na nosný substrát aktivní stranou
- Vysoká efektivita pouzdření
- Spojení přes kulové kontakty, které se vytváří na čipu již v průběhu výroby

Provedení kontaktu souvisí se způsobem montáže na substrát a může být realizováno,

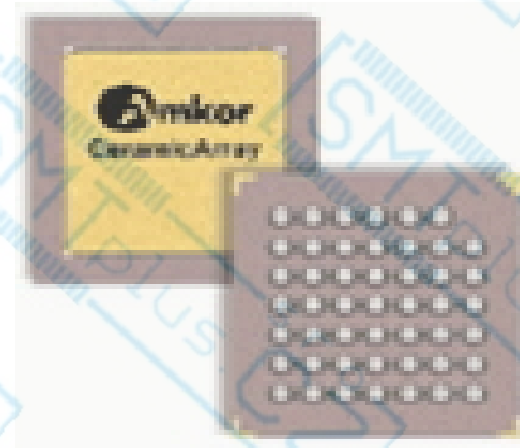
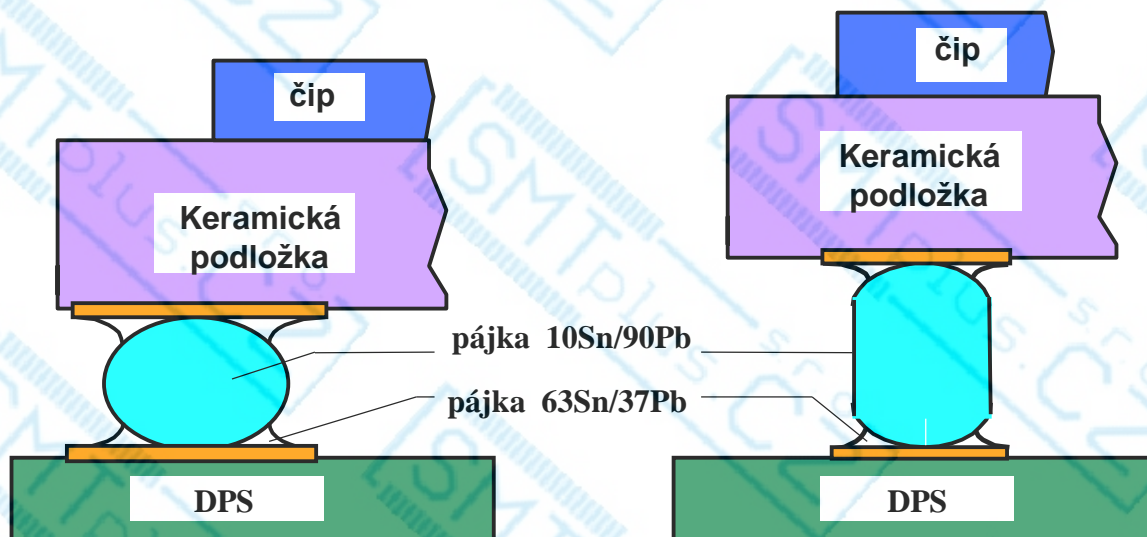
- pájením na předem nanesenou pájecí pastu
- přetavením vývodů bez aplikace pájecí pasty
- pomocí vodivého lepidla
- přímým spojením termokompresí

Pouzdra PBGA (Plastic Ball Grid Array)



- základním substrátem je materiál FR4, nebo podobný
- laminát nejčastěji tloušťky 0,25 mm s měděnou vrstvou tloušťky 18 μm .
- vývody z čipu jsou realizovány drátovými vývody bondováním

Pouzdra CBGA (Ceramic Ball Grid Array)

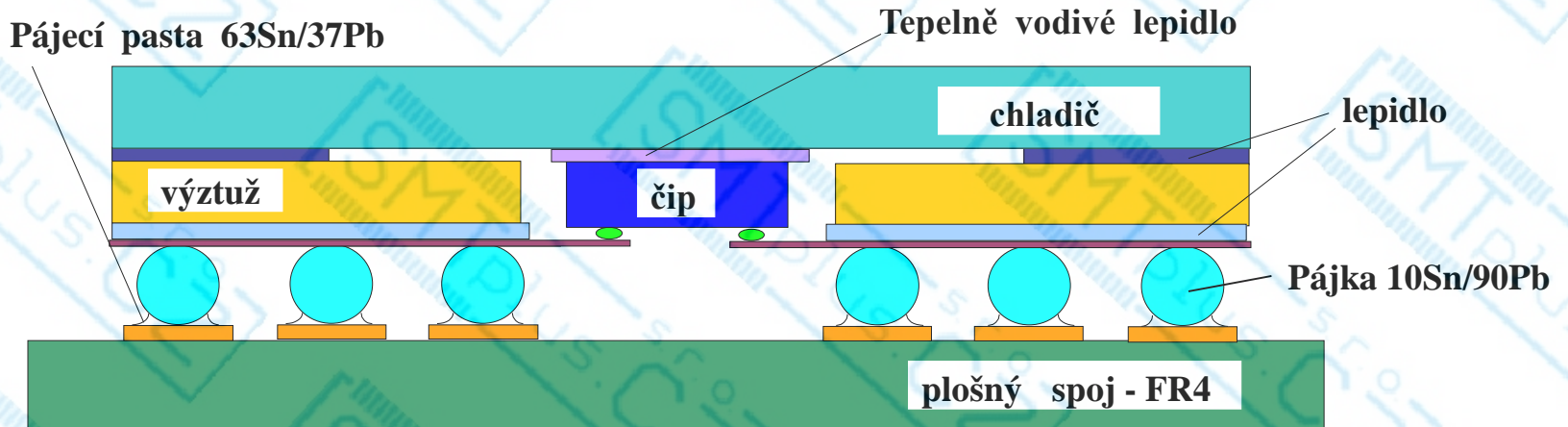


1)

- Slitina pro kuličky , nebo válečky pájky 10Sn/90Pb
- Průměr kuliček pájky 0,88mm
- Průměr válečků pájky 0,50mm
- Výška válečků pájky 2,18mm
- Rozteč mezi vývody 1,25 mm
- Slitina pro připájení válečků, nebo kuliček 63Sn/37Pb

1) Zdroj: www.amkor.com

Pouzdra TBGA (Tape Ball Grid Array)

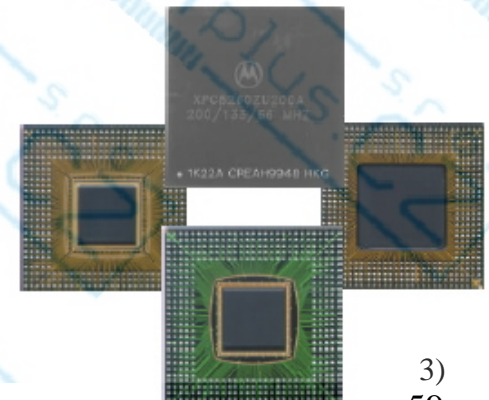


- pouzdra mají výhody Flip-Chip technologie, mnohem snáze se však osazují
- malá montážní výška (1,3mm případně 1,9mm s krycím víčkem)

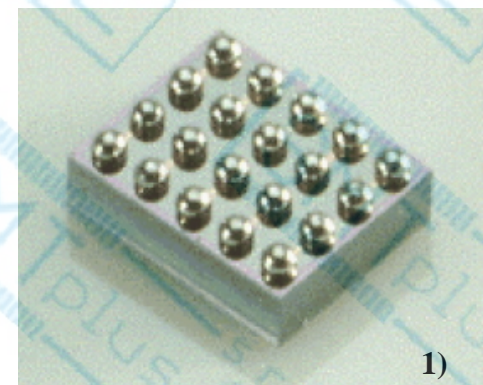
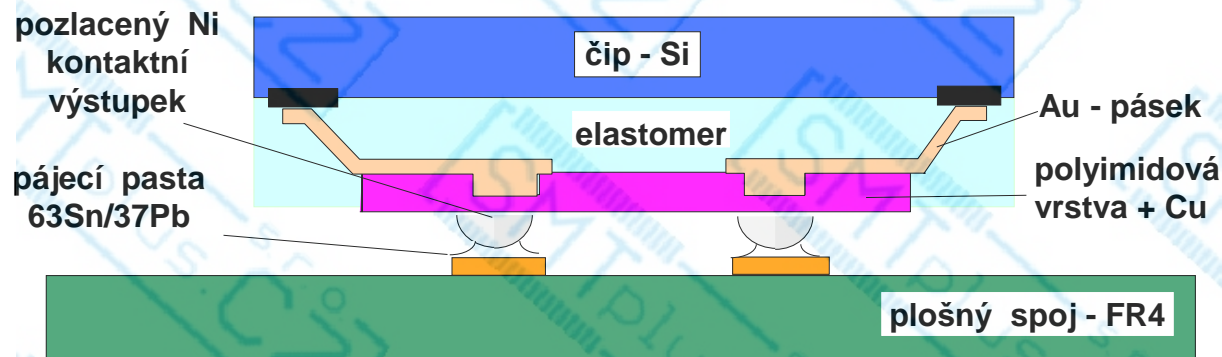
Slitina kuliček pájky 10Sn/90Pb
Průměr kuliček 0.63mm
Vzdálenost mezi kuličkami 1.0 , 1.25, nebo 1.5 mm
Připojení kuliček pájky k podložce přes prokovené otvory
Pouzdro se pájí na DPS 63 Sn/37 Pb, nebo ekv.

Zdroj: M Tape Ball Grid Array (TBGA), Motorola General Business Information

Součástky SMD



Pouzdra CSP (Chip Scale Package)



- pouzdra firmy TESSERA pod obchodním názvem μ - BGA
- pouzdro může být teoreticky stejně velké jako polovodičový čip
- čip v pouzdře se dá dobře testovat a zahořovat
- díky krátkým přívodům má pouzdro vynikající elektrické vlastnosti
- v případě umístění chladiče na horní stranu se dosahuje velice účinného chlazení

Materiál výstupku tvořících přívody	nikl s tenkou vrstvou zlata
Výška výstupků	0.085 mm
Rozteč vývodů	0.3 , 0.5, 1.0 , 1.27 , 1.5 mm
Tloušťka pružné vrstvy	0.12 +-0.05 mm
Výška pouzdra	0.8 mm

1) Zdroj: Caroline Beelen, CFT Eindhoven, Trends in Assembly Process for Miniaturised Consumer Electronics

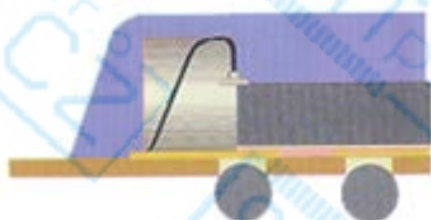
Provedení pouzder BGA



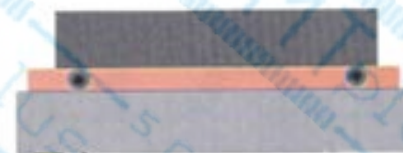
Sony



Mitsubishi



Texas Instruments
Micro-Star



Matsushita
Ceramic



OKI



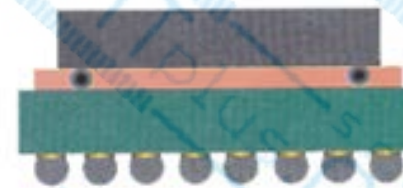
Tessera
μBGA



Hitachi



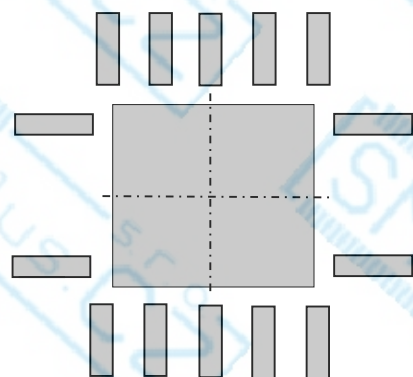
NEC



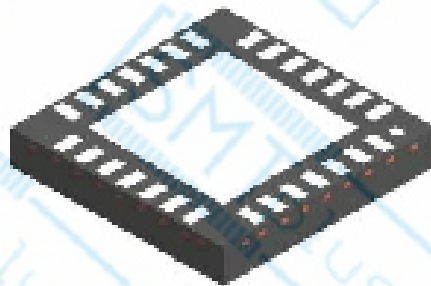
Motorola,
Citizen

Zdroj: C.BEELEN, *Trends in assembly proces for Miniaturised electronics*, CTF Eindhoven

Pouzdra QFN (Quad Flat No-Lead)



footprint QFN



Vzhled pouzdra QFN

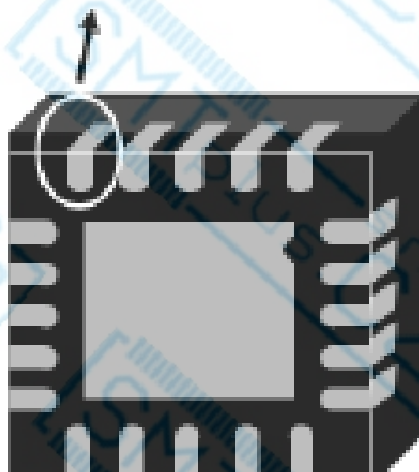
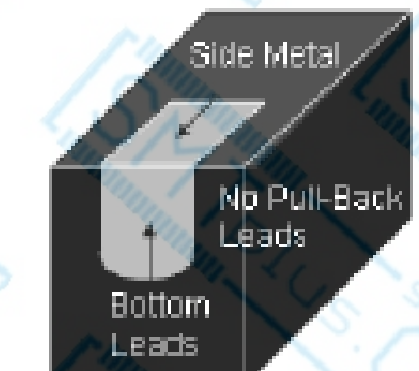


- rozměry 3,5 až 5,5mm, podobné μ -BGA
- vývody, jsou opatřeny kontakty s povrchovou úpravou Ni, Sn, nebo NiPdAu
- střední část pájecích plošek je určena pro chlazení.

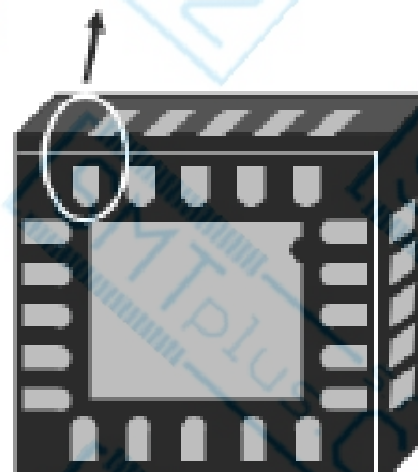
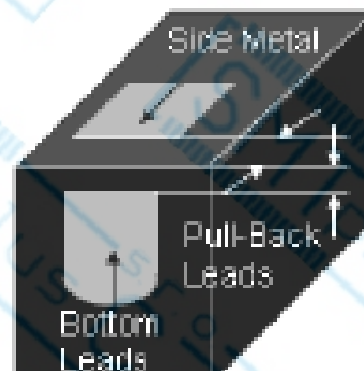
1) Zdroj: Texas Instruments – Design Summary for Quad Flat No-Lead Logic

Pouzdra QFN (Quad Flat No-Lead) (2)

Standard Lead Design



Pull-Back Lead Design



Zdroj: Cary Stubbles: Design Guidelines For Cypress Quad Flat No-Lead (QFN) Packaged Devices, <http://www.cypress.com/go/AN72845>

Připojení polovodičového čipu u QFN



a)



b)



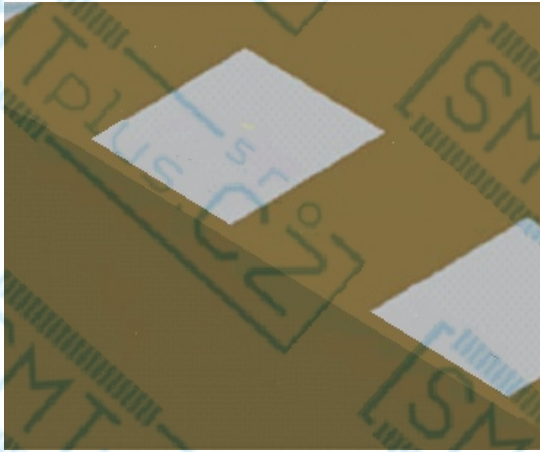
d)



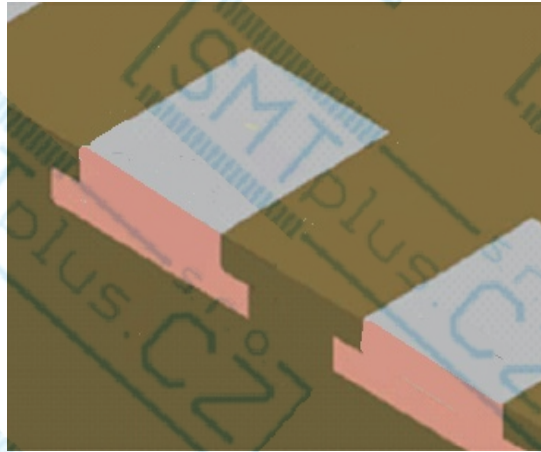
e)

Obr. 2. Připojení polovodičového čipu

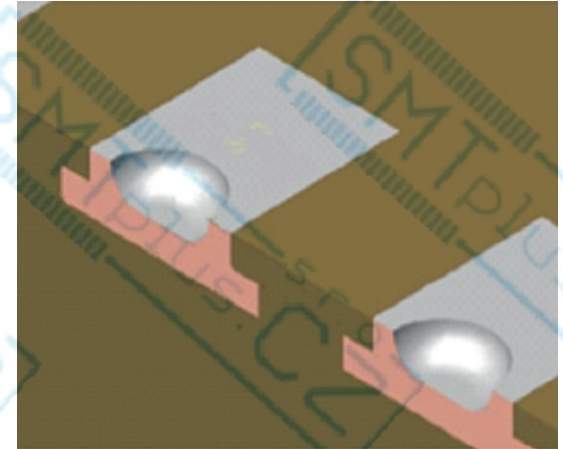
Provedení vývodů u QFN



vývody „S“



b) vývody „E“



c) vývody „D“

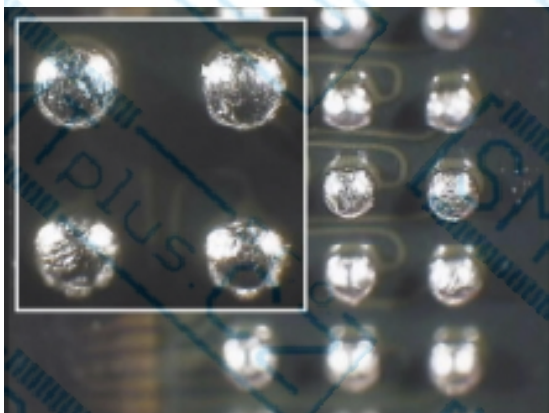
Zdroj: *Assembly Guidelines for QFN (Quad Flat No-lead) and DFN (Dual Flat No-lead) Packages*, NPX
Freescale Semiconductor 2013-2014

Pouzdra QFN (Quard Flat No-Lead)

Podle uspořádání kontaktů může být místo pouzder QFN následující označení:

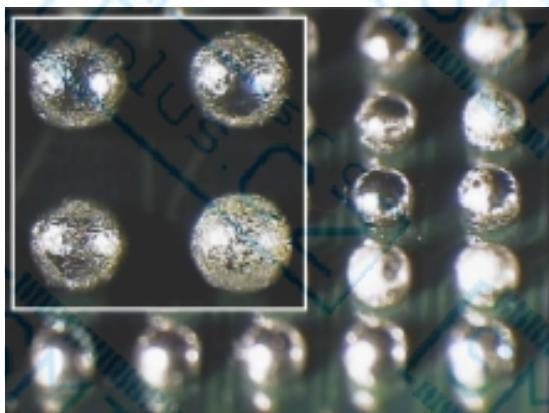
DFN	(Dual Flat No-lead package)
TDFN	(Thin Dual Flat No-lead package)
UTDFN	(Ultra-Thin Dual Flat No-lead package)
XDFN	(Extremely thin Dual Flat No-lead package)
QFN	(Quad Flat No-lead package)

Vzhled BGA pro olovnatou a LF pájku



Sn/Pb - lesklý povrch

- Průměr kuliček pájky 0,88mm
- Průměr válečků pájky 0,50mm
- Výška válečků pájky 2,18mm
- Rozteč mezi vývody 1,25 mm



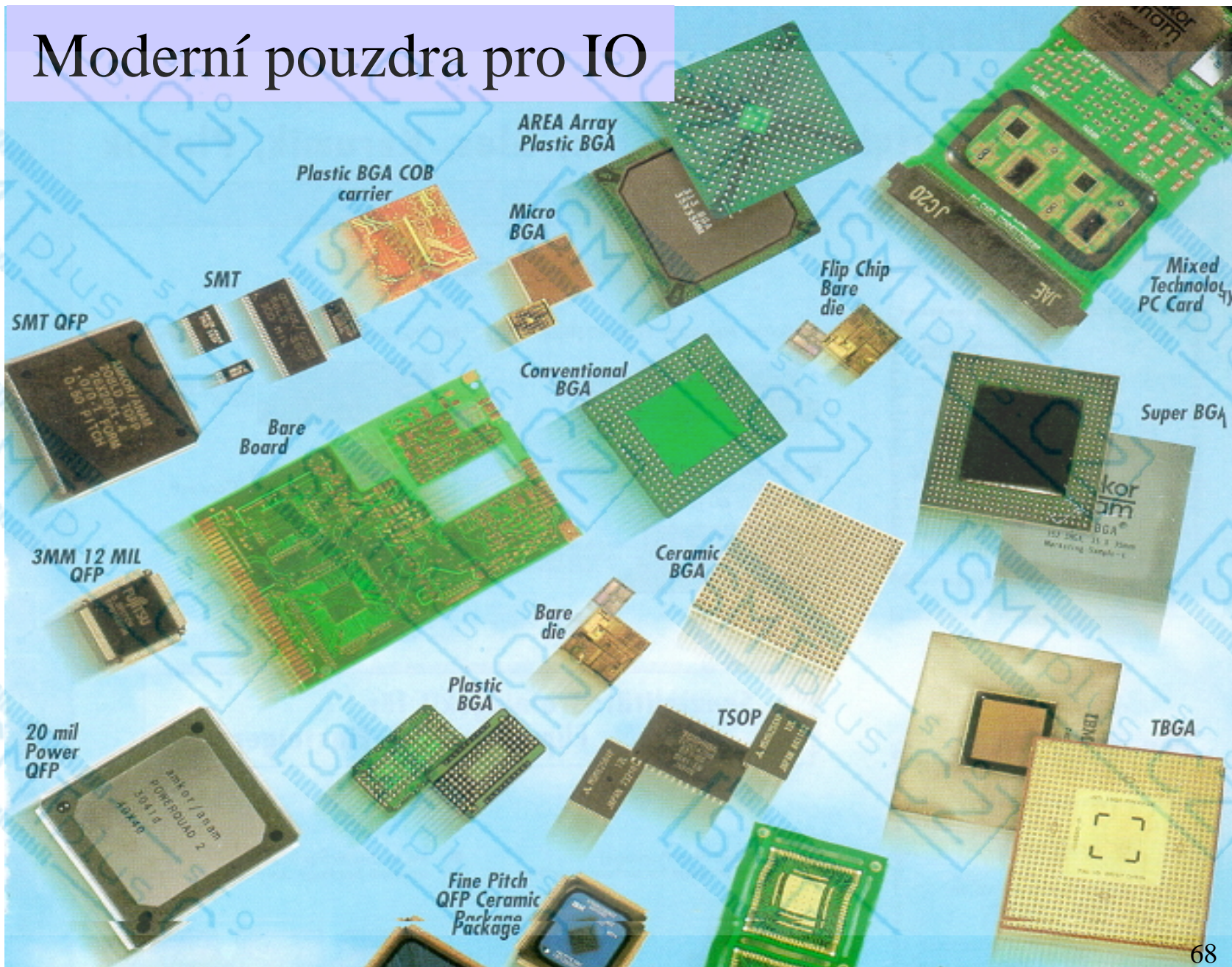
Sn/Ag/Cu - matný povrch

- Slitina pro připájení válečků, nebo kuliček.....63Sn/37Pb

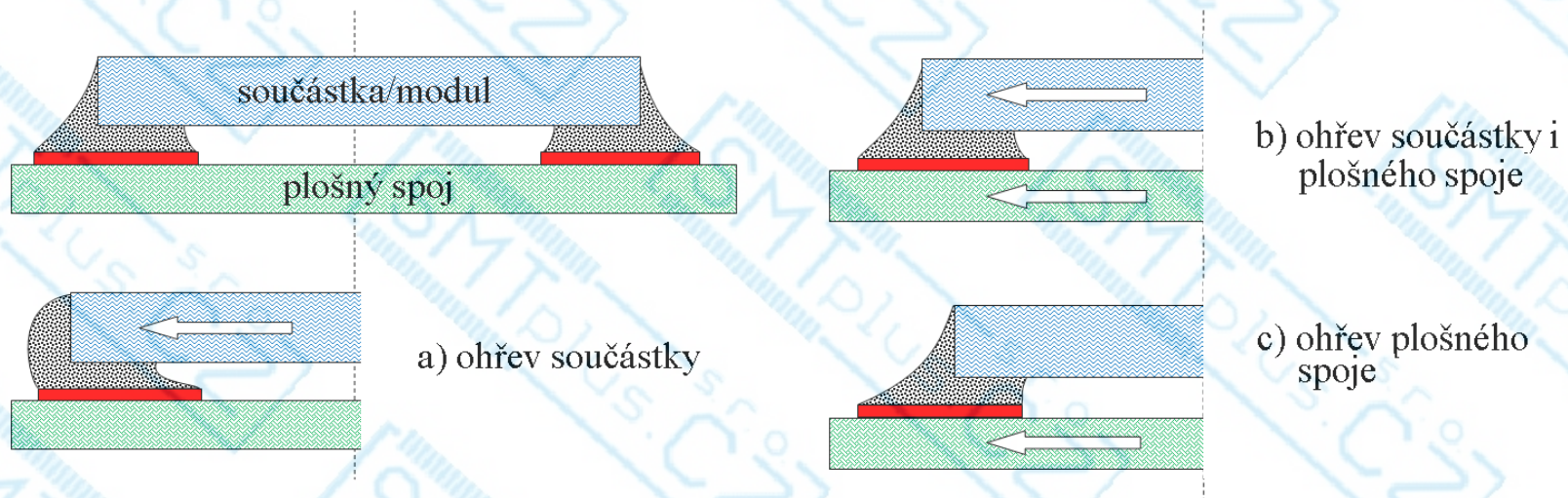
1)

Zdroj: Recommendations for Printed Circuit Board assembly of Infineon PBGA-CBGA Packages, Infineon

Moderní pouzdra pro IO



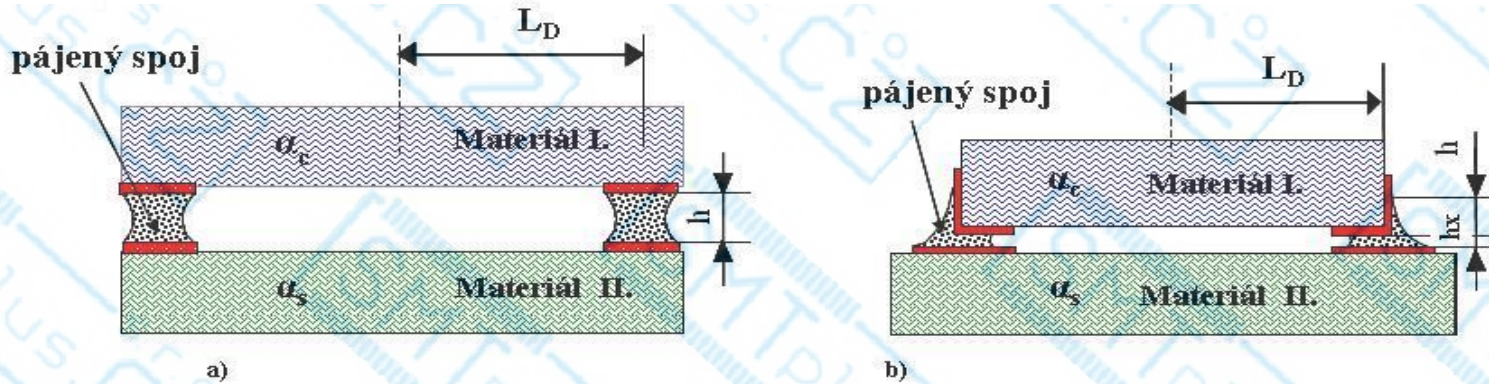
Termomechanické namáhání systému (SMD součástka)



Hodnoty TCE pro vybrané materiály

Materiál	CTE [ppm/°C] dolní hranice	CTE [ppm/°C] typický	CTE [ppm/°C] horní hranice	Materiál	CTE [ppm/°C] typický
Epoxy/sklo osy X-Y (FR4) osa Z	14 55	-	20 90	Hliník (40% Si)	13,5
Kevlar /Epoxy osa Z	5,1	-	7,1	Měď	17,6
Křemík	-	2,6	-	Kovar	5
Keramicke pouzdro Alumina (90%)	5,9	6,5	7,4	Zlato	14
LTCC	5	6	8,5	Stříbro	19
				Sn100	26

Geometrie nepružného spojení, které se nejčastěji používá v elektrotechnice



Provedení a)připojení elektronických modulů, pouzdra BGA, QFN
 Provedení b) SMD součástky, pájení na hranu

Materiál	CTE [ppm/°C] dolní hranice	CTE [ppm/°C] typicky	CTE [ppm/°C] horní hranice	Materiál	CTE [ppm/°C] typicky
Epoxy/sklo osy X-Y (FR4) osa Z	14 55	-	20 90	Hliník (40% Si)	13,5
Kevlar /Epoxy osa Z	5,1	-	7,1	Měď	17,6
Křemík	-	2,6	-	Kovar	5
Keramické pouzdro	5,9	6,5	7,4	Zlato	14
Alumina (90%)	-	7,0	-	Stříbro	19
LTCC	5	6	8,5	Sn100	26

Velikost poměrné deformace $\Delta\varepsilon$ (strain) v oblasti pružných změn,

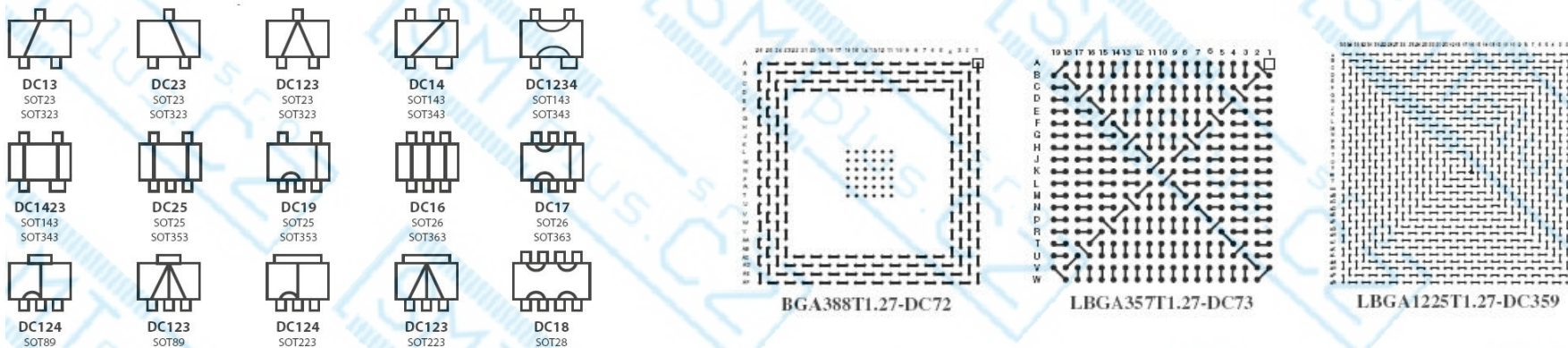
$$\Delta\varepsilon_e = F \cdot \frac{L_D \cdot \Delta\alpha \cdot \Delta T}{h}$$

Velikost namáhání $\Delta\sigma$ (strain) v oblasti pružných změn

$$\Delta\sigma = E \cdot \Delta\varepsilon_e$$

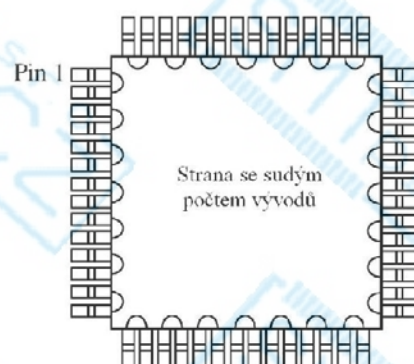
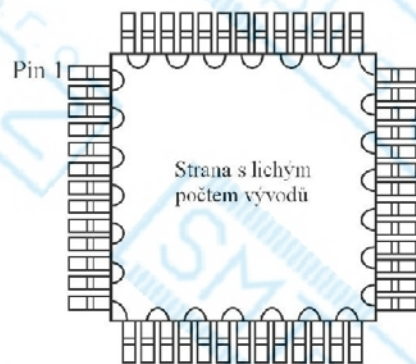
Pouzdra pro nastavení procesu - dummy

Dodávají firmy Topline, a další



Příklady propojení Daisy Chain (DC) pro pouzdra typu SO, QFP

Příklady propojení Daisy Chain (DC) pro pouzdra typu BGA

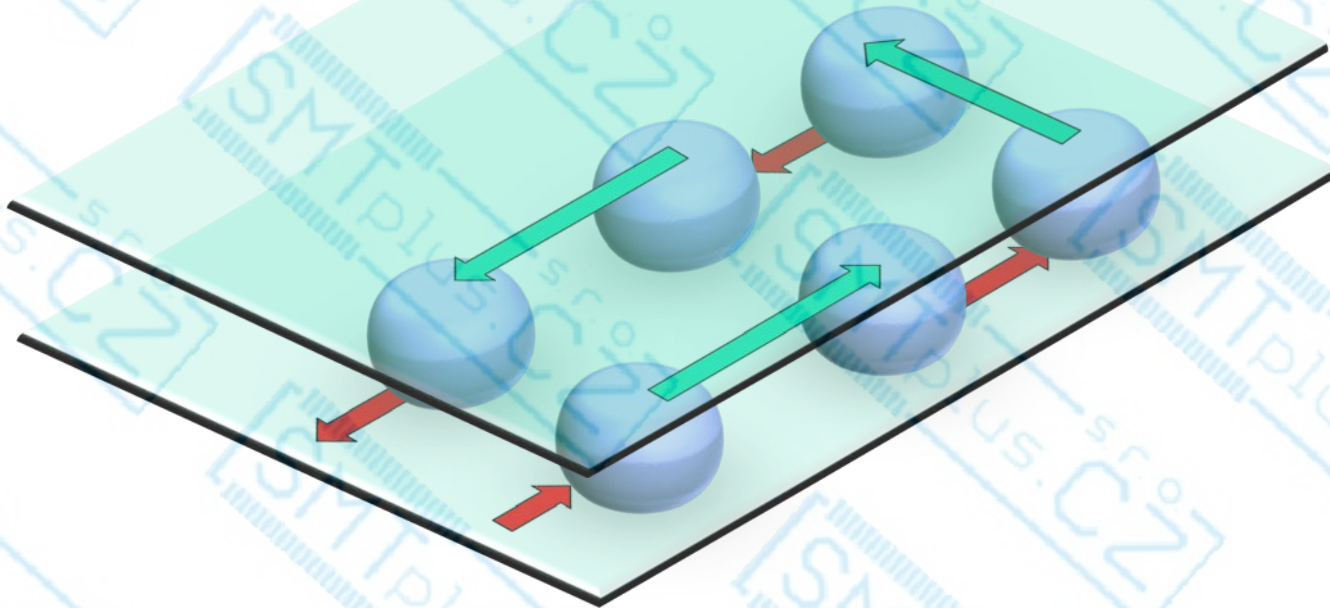


Příklady propojení Daisy Chain (DC) pro pouzdra typu SOT, SO

Součástky SMD

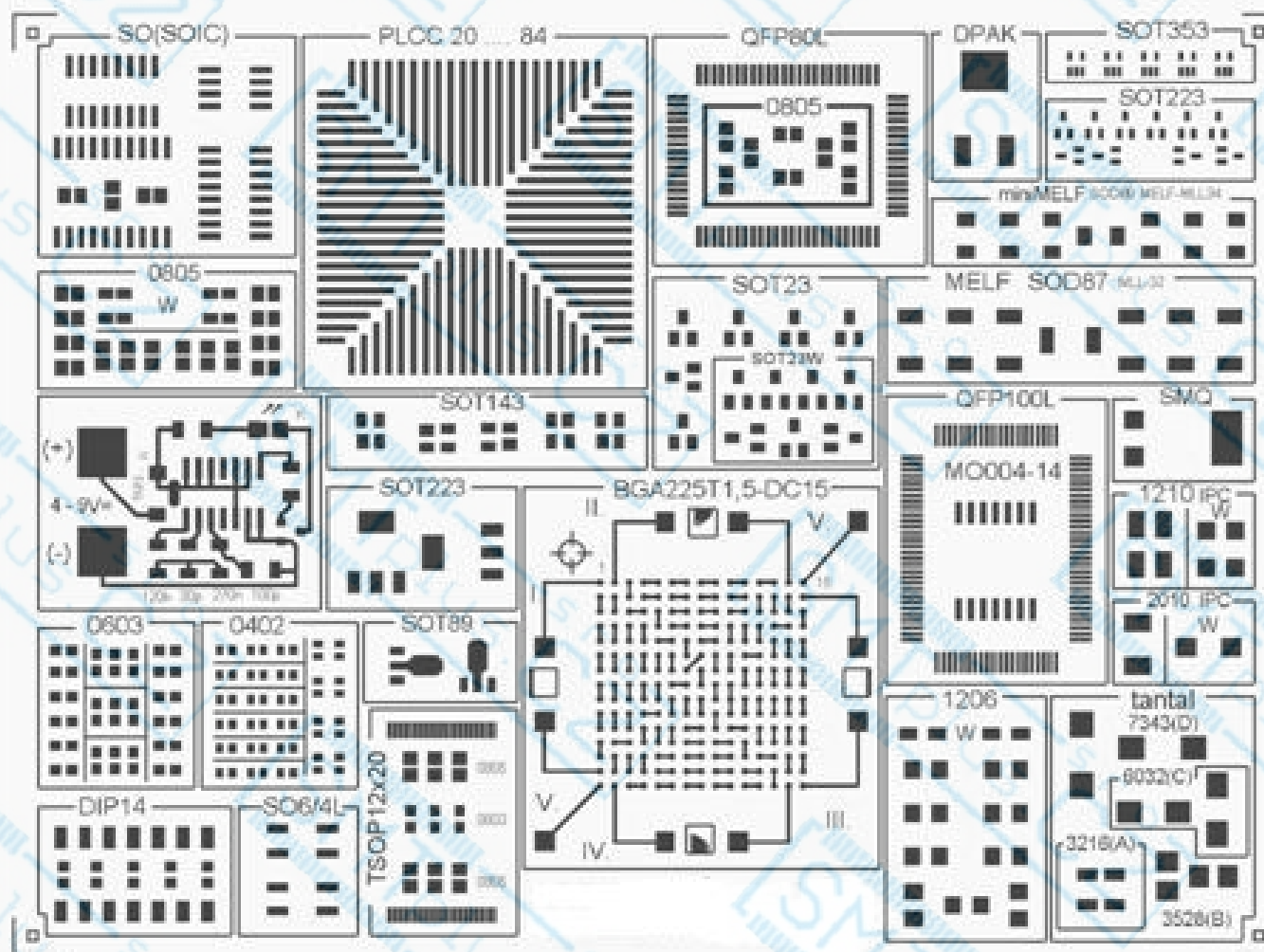
Propojení „Daisy Chain“

Používá a vyhodnocuje se sériové elektrické spojení několika kontaktů, tzv. „Daisy Chain“ propojení. Pro tento účel se vyrábí testovací pouzdra s požadovaným propojením (společnost TOPLINE, RS COMPONENTS).



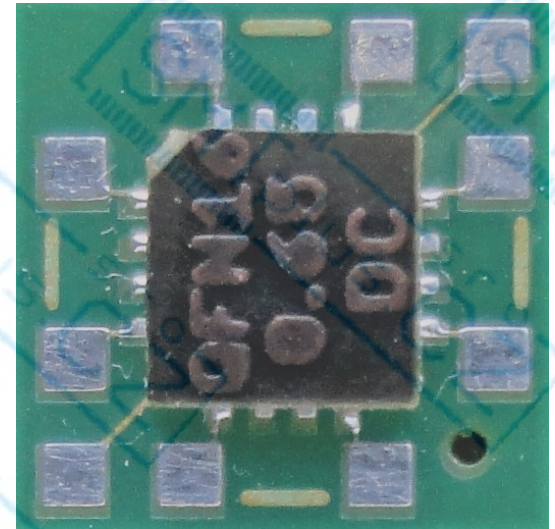
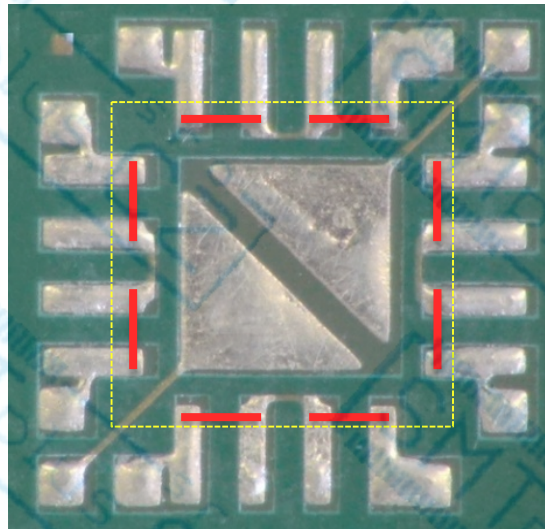
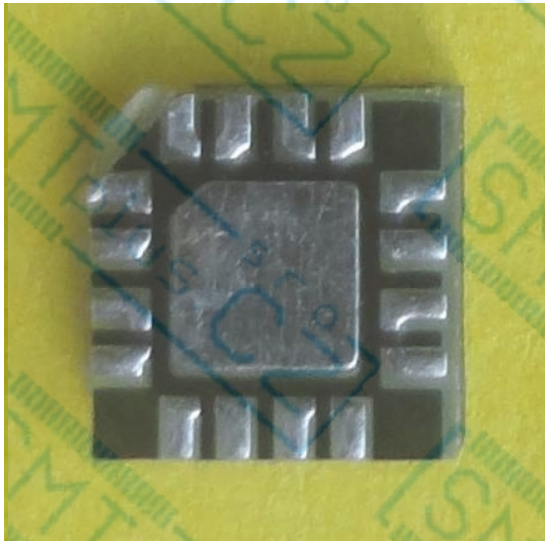
Testovací propojení pro kulové vývody

Testovací plošný spoj



Zkušební deska pro SMT

Pouzdra QFN - tréning pájení



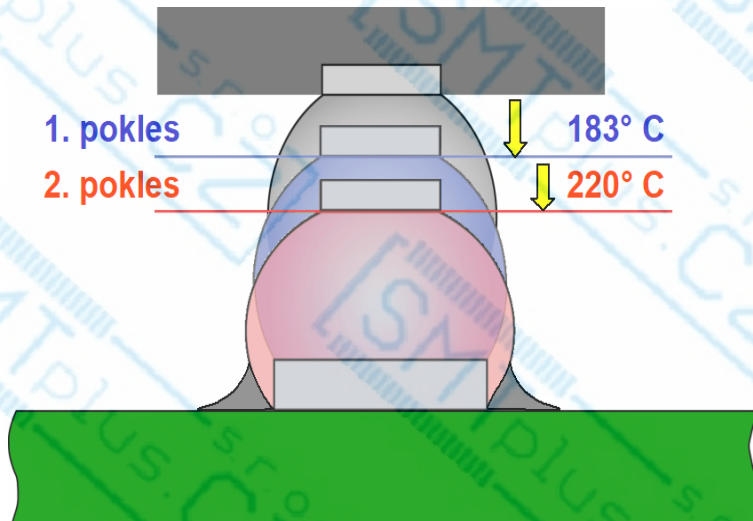
Součástky SMD

Osazení pouzdra BGA (LGA)

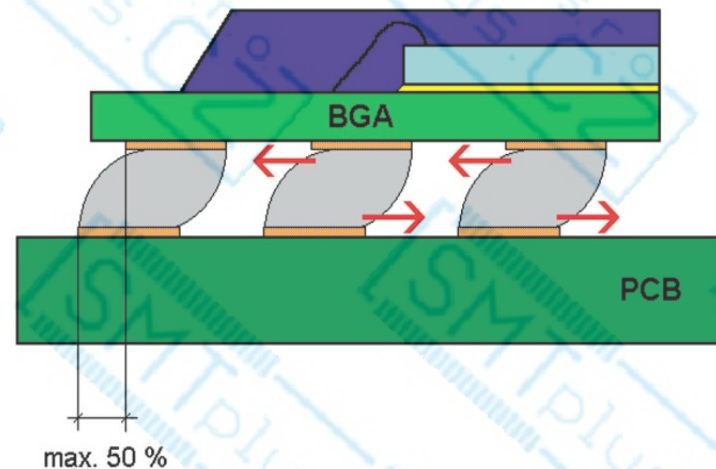
Osazení do tavidla - tato metoda se používá většinou při opravách. Používají se pastovitá tavidla, která se nanáší na desku plošného spoje. Minimalizuje se možnost vzniku zkratu v důsledku rozmazání pasty. Pokud nejsou všechny vývody v rovině (koplanární), může se stát, že se některý přívod nezapájí.

Osazení do pájecí pasty - v tomto případě je třeba na plošky nanést pájecí pastu, což se děje většinou šablonovým tiskem. U válečkových vývodů, které se někdy používají pro keramická BGA pouzdra se válečky nepřetaví, potom je potřeba použít pájecí pastu s menší teplotou pájení, pro kuličkové vývody, kdy se vývody přetaví se používá pájecí pasta se stejnou teplotou tavení. Pájecí pasta zajistí kvalitní zapájení i v případě špatné koplanarity.

Přetavení vývodů u pouzdra BGA



Grafické znázornění dvojího poklesu

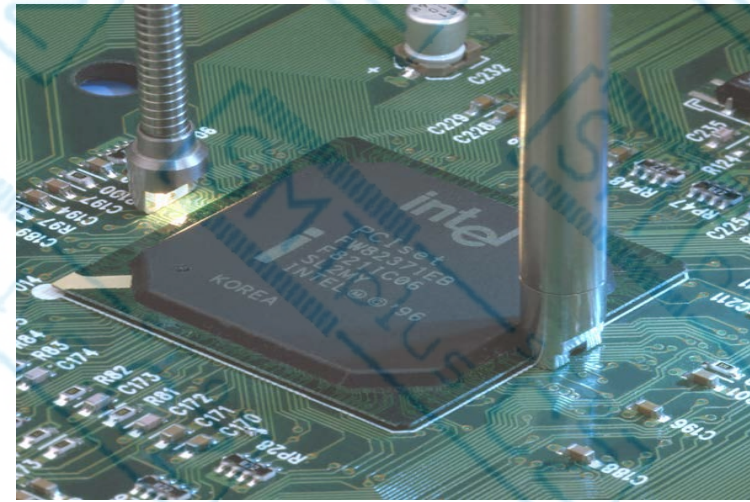


Grafické znázornění samovystředovací schopnosti

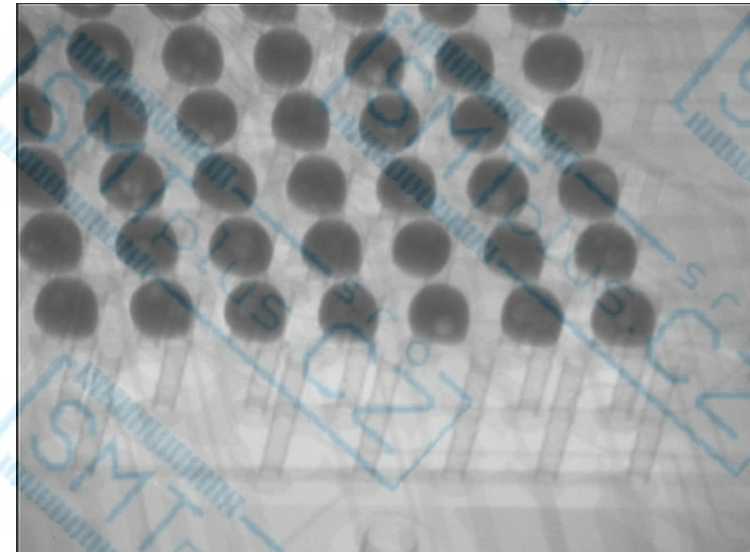
Zdroj: Martin Adámek, Michal Nicák, Petr Schneiderle, *Moderní technologie elektronických obvodů a systémů – laboratorní cvičení č.2, Pájení strojní, ruční, pouzdra BGA, optická kontrola, testy pevnosti pájeného spoje*, učební text pro výuku předmětu MMTE, VUT FEKT, UMEL, Brno, 20.2.2012

Diagnostika zapájení vývodů pouzdra BGA

Optické metody



Zdroj: Martin Adámek, Michal Nicák, Petr Schnederle, *Moderní technologie elektronických obvodů a systémů – laboratorní cvičení č.2, Pájení strojní, ruční, pouzdra BGA, optická kontrola, testy pevnosti pájeného spoje*, učební text pro výuku předmětu MMTE, VUT FEKT, UMEL, Brno, 20.2.2012



Rentgenovo záření – prosvětlování, nebo 3D

Zdroj: www.focalspot.com

Skladování a příprava pouzder BGA

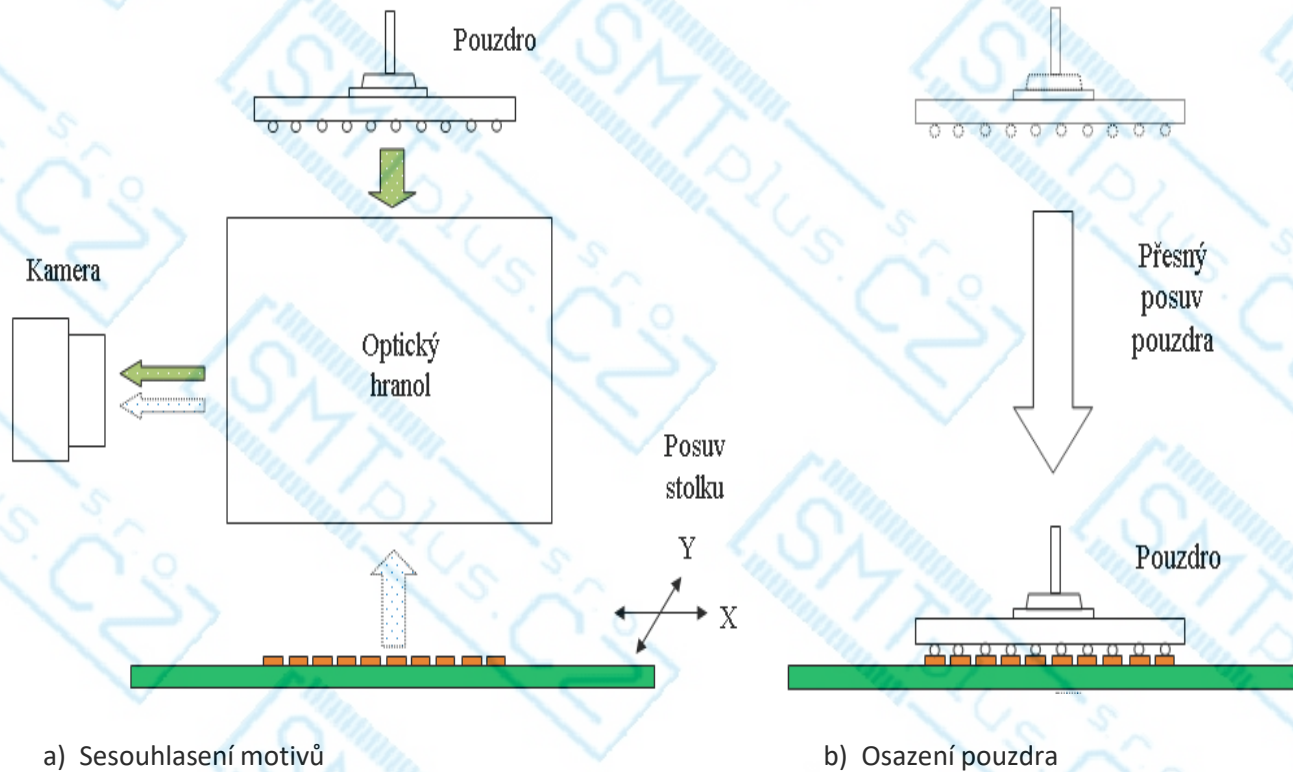
Pokud se pouzdro neskladuje v originálním uzavřeném obalu potom je potřeba jej vysušit !

40 až 45 °C po dobu 192 hodin, nebo
125 +- 5 °C po dobu 24 hodin

Pokud se to neudělá vznikají rizika závad.

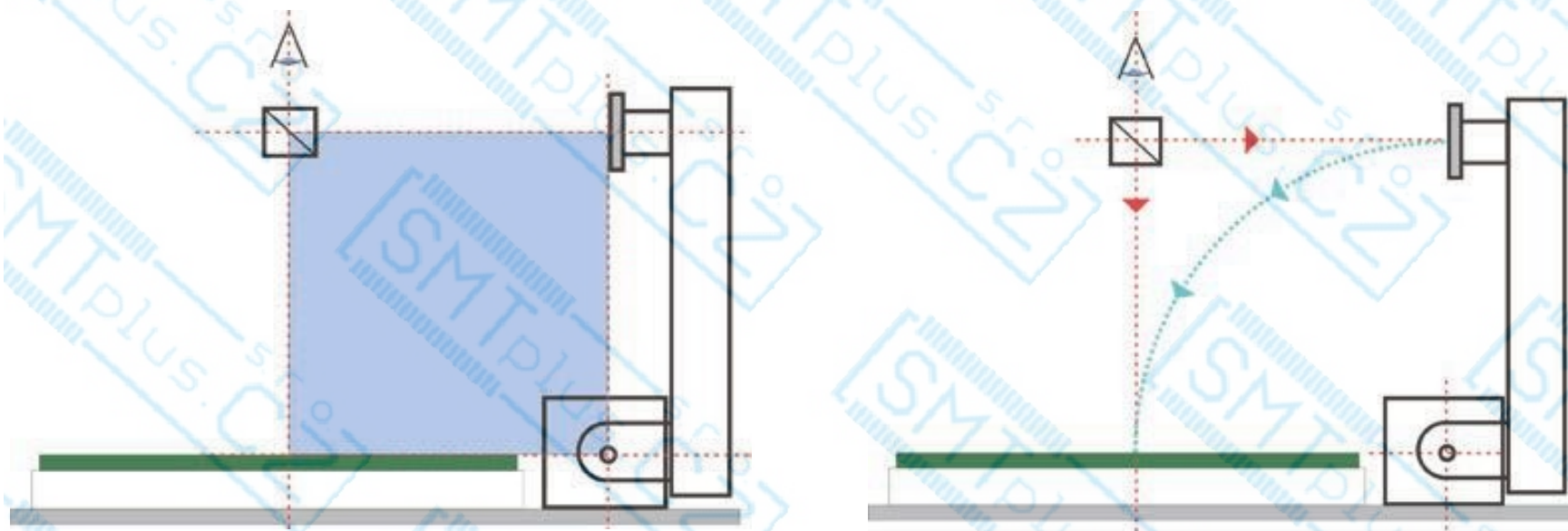
Práce v rukavicích

Montáž pouzder LGA



Princip osazování pouzder LGA pomocí optického hranolu

System pro přesné osazování (optický splitter)



Zdroj: M. Abel, *Mikromontáž s přesností 0,5mm, DPS Elektronika od A do Z 1/2015*

Rebaling (překuličkování)

- Technologická operace, při které se na pouzdrech, které mají vývody ve tvaru kuličkových vývodů (BGA) obnoví vývody. Tato operace je nezbytně nutná, pokud chceme znovu připájet již použité pouzdro BGA.
- *Princip překuličkování:* Plošky na pouzdře zbavíme zbytků vývodů. Pomocí šablony zhotovené z kovového nepájitelného materiálu (hliník, nerez), umístíme nové kuličkové vývody v rastru vývodů na pouzdro a vývody přetavíme.
Pozn: Není možno použít pájecí pastu nanesenou šablonovým tiskem
- Před překuličkováním je třeba všechna plastová pouzdra zbavit vlhkosti ohřevem v peci při zvýšené teplotě. Teploty a doby ohřevu jsou uvedeny v normě

Rebaling (překuličkování)

