

Ruční pájení a opravy

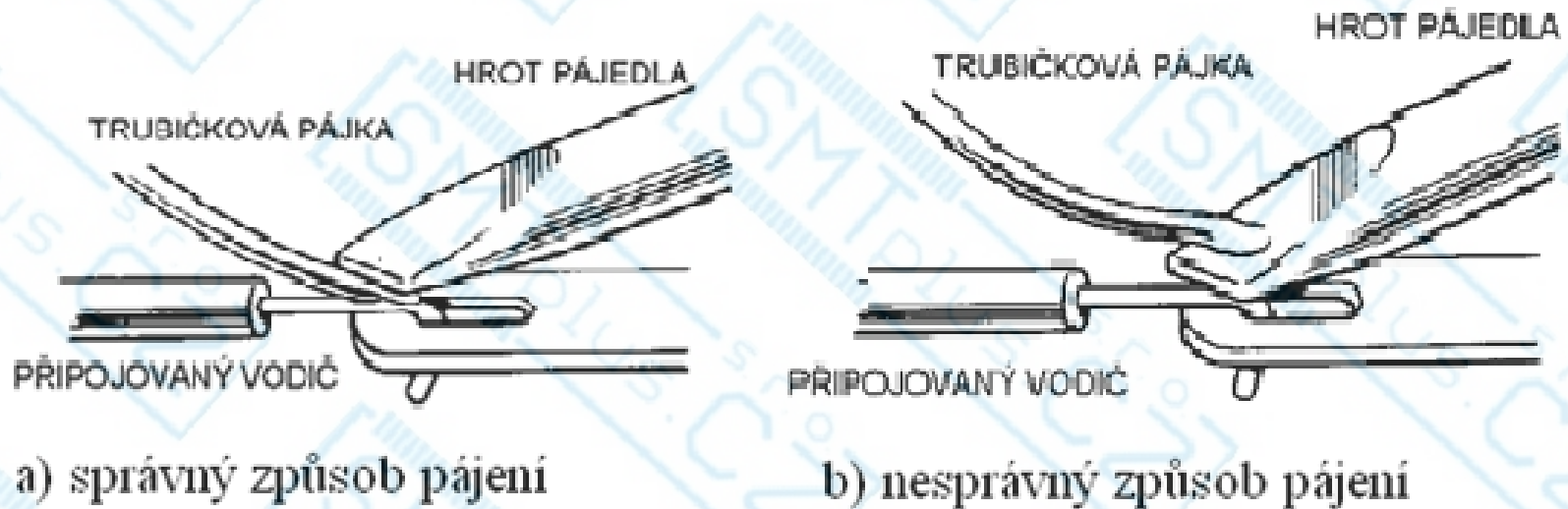
Kvalifikační kurs

Ing. Josef Šandera Ph.D.
www.smtplus.cz

Obecné zásady pro opravy osazených DPS

- Vědět o jaké pájení se jedná - olovnaté, nebo bezolovnaté (LF). Pokud nevíme používáme teploty jako s bezolovnatou pájkou. (běžná elektronika cca 300 až 320° C teplota hrotu). Pokud nás nezajímá dlouhodobá spolehlivost a RoHs můžeme používat olovnatou pájku.
- Používat pastovitá tavidla, nikoliv tuhou kalafunu - špatně se odstraňuje
- Opravované místo omýt IPA (Izopropylalkoholem), mastnota zhoršuje smáčení a při vysoké teplotě se vytváří hůře odstranitelné zbytky.
- Před opravou horkým vzduchem si nezapomenout prohlédnout spodní stranu desky, co na ní je. Zjistit zda konektory v okolí vydrží vyšší teplotu.
- Připravit si místo, kam položíme součástku.
- Místo dokonale prohřát při dostatku tavidla, pájka se roztéká.
- Při problémech s prohřátím místa celou desku něčím „předehřát“ (stačí cca 60° C).
- Při odstranění IO, a hlavně při montáži pokud je to možné měřit teplotu DPS (co nejbližší IO) nalepeným, nebo „napruženým“ termočlánkem. Používat co nejjemnější termočlánky (typ K) , nebo termočlánky v kovovém obalu.

Správná technologie pájení-obecně



Správný a nesprávný způsob pájení

Zdroj: Elektronické skriptum, Šandera, Starý, Mikroelektronické praktikum (BMEP),
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, Brno 20

Nedoporučuje se přetavovat nanesenou pájecí pastu hrotem pájky - nejsou dodrženy definované podmínky.

Správná technologie oprav - odsávání vývodů



Obr. 3-58 Odpájení vývodové součástky

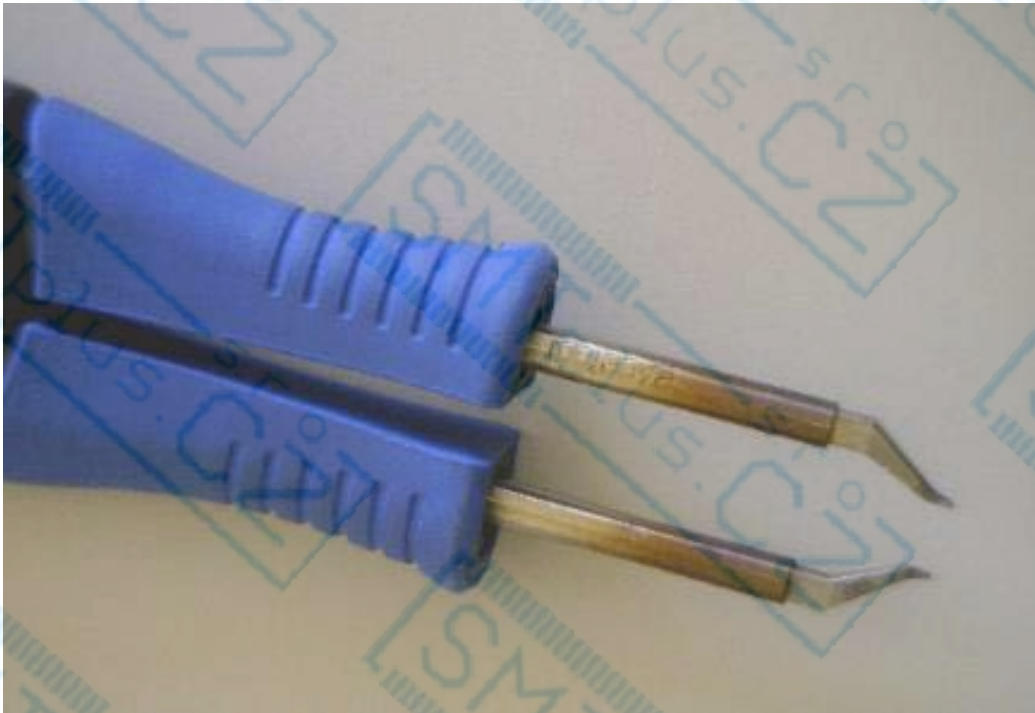
Zdroj: Elektronické skriptum, Šandera, Starý, Mikroelektronické praktikum (BMEP),
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, Brno 20

Provedení pájedel a hrotů

- Pro pájení SMD používat pájedla výhradně s nastavitelnou teplotou hrotu.
- Teplota hrotů podle provedení by se měla nastavit o 50 až 100 °C vyšší než je teplota tání pájky.
- Pájedla s výměnnými hroty - vyměňuje se pouze hrot, nebo celý systém s topením, výhody nevýhody.
- Důležité je snímání teploty.
- Hroty čistit na vlhké špongii (použít destilovanou vodu), nebo doporučeně mechanicky (mosazné špony). Kvůli ochranným vrstvám nebrousit.
- Výrobci pájecích stanic: PACE, JBC, HAKKO, SOLOMON a další. Kvalita většinou není v konfortu, ale jak dlouho zařízení vydrží, v sortimentu příslušenství.

Provedení termokleští

Termokleště umožňují uchopit součástku pomocí dvou vyhřívaných výměnných nástavců. Nástavce mají různé tvary a velikosti podle účelu použití. Na obrázku jsou zobrazeny termokleště s nástavci pro čipové součástky firmy PACE.



Přehled hrotů

Provedení minivlny

Minivlna je speciální hrot s půlkulatým otvorem. Dělají se různé velikosti. Pomocí minivlny můžeme:

- Zaplnit ji pájkou, potom ji je možno použít jako zásobník pájky při pájení (třeba pocínování lanek).
- Zbavit pájky - potom je možno použít pro odsávání pájky pomocí povrchového napětí.
- Pájení vývodů „L“ a „J“ příčným pohybem.



Dostupné pájecí stanice a jejich kvalita

1) JBC

2) Pace

1) Hakko

Montáž a demontáž pomocí termokleští



Postup při montáži

- Očistěte pájecí plošky (vhodné velikosti !) od pájky i zbytků tavidla. Na odsátí pájky použijte odsávačku, nebo odsávací knot. Zbytky tavidla odstraňte pomocí bezvlákné utěrky a izopropylalkoholu.
- Přiložte trubičkovou pájku průměru 0,5 mm s tavidlem na pájecí plošku na DPS. (pocínovat plošky)
- Součástku uchopíme do termokleští a položíme na připravené pájecí plošky na DPS. Je třeba mít dostatek tavidla
- Případně poopravte hrotem.
- Případné zbytky tavidla očistěte pomocí bezvlákné utěrky a izopropylalkoholu

Postup při demontáži

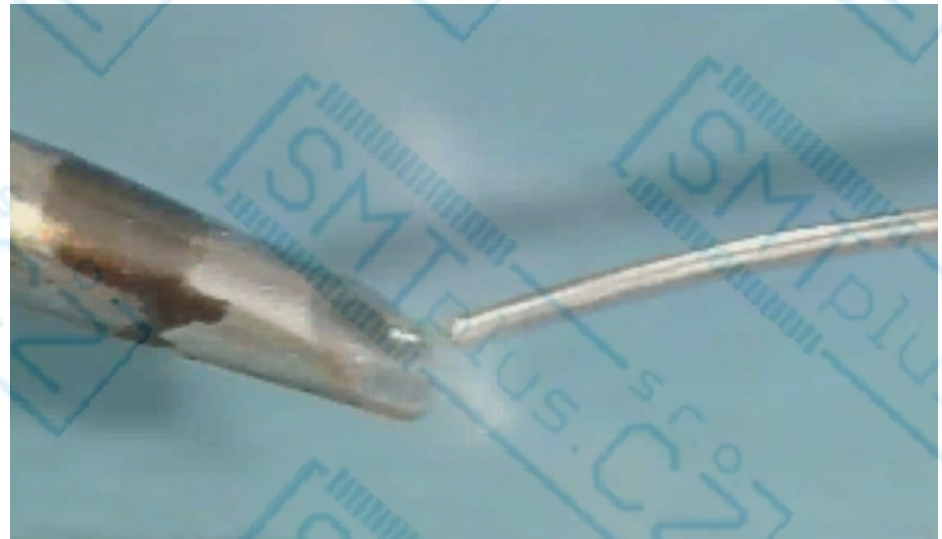
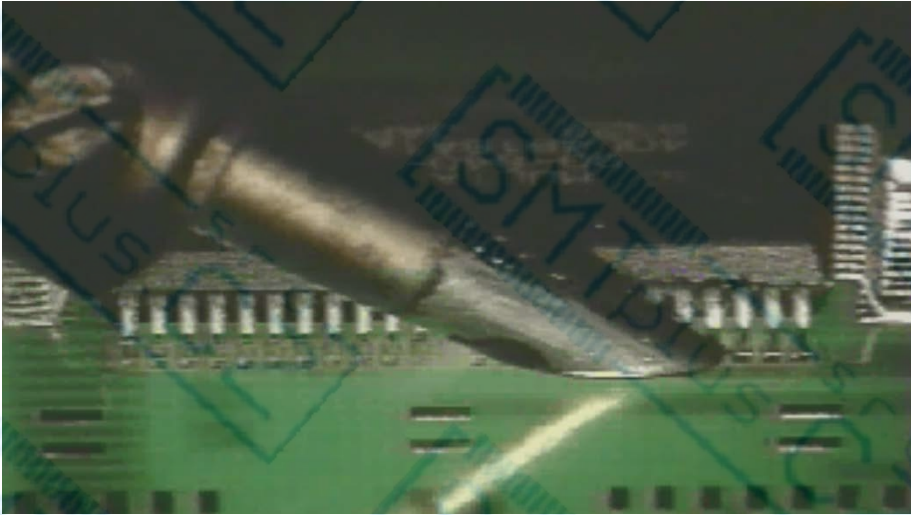
- Termokleště přiložte na plošky a po roztavení pájky sejměte.
- Potom je třeba plošky očistit (odsát pájku odsávačkou, nebo „licnou“).

Montáž a demontáž IO pomocí minivlnny

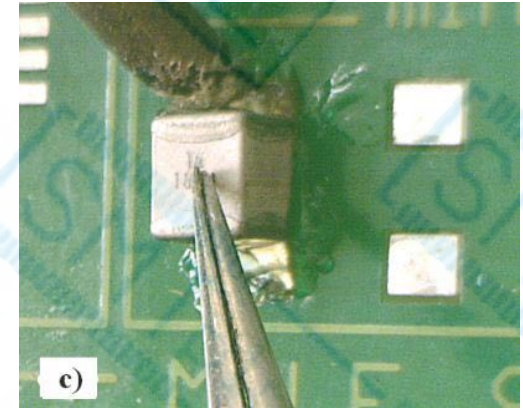
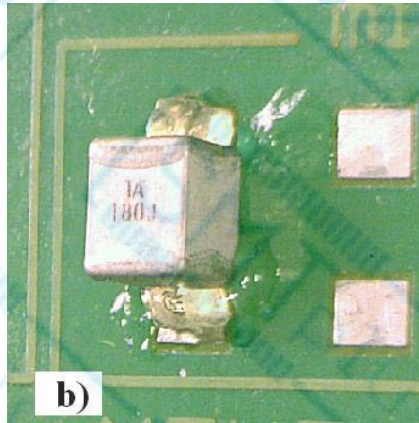
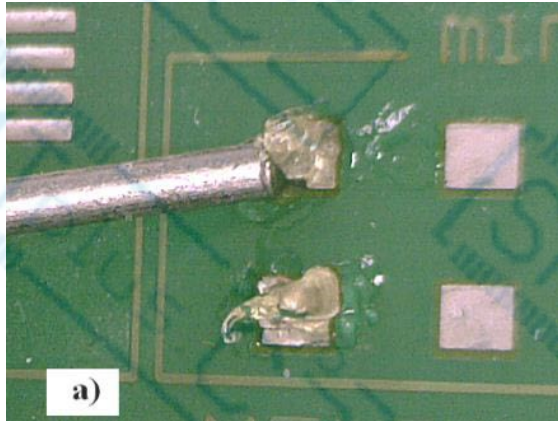


- 1) Součástku položíme vakuovou pinzetou na očištěné pájecí plošky.
- 2) Pouzdro fixujeme pájkou ve dvou bodech (protilehlé strany).
- 3) Na vývody naneseeme tavidlo (nejlépe pastovité).
- 4) Otvor „minivlnny“ vyplníme pájkou.
- 5) Pomalým pohybem minivlnny napříč vývody zapájíme. Pohyb musí být dostatečně pomalý aby se vývody prohřály a „odebraly“ z naplněné minivlnny požadované množství pájky.
- 6) Kontrolujte kvalitu zapájení a porovnejte s požadavky normy.
- 7) Případné zbytky tavidla očistěte pomocí bezvlákné utěrky a izopropylalkoholu.

Pájení minivlnou - pájení IO

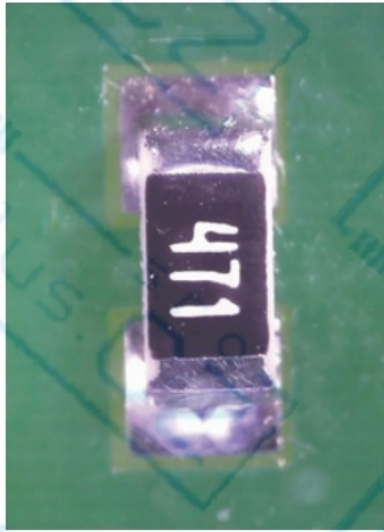


Montáž čipových součástek



- 1) Očistíme pájecí plošky od pájky i zbytků tavidla. Zbytky tavidla odstraníme pomocí bezvlákné utěrky a izopropylalkoholu.
- 2) Na očistěné pájecí plochy nanese dávkovačem pastovité tavidlo (obr.a).
- 3) Pinzetou položíme součástku na pájecí plochy. Součástka vlivem viskozity tavidla drží na desce (obr.b).
- 4) Otvor „minivlny“ vyplníme pájkou.
- 5) Postupně minivlnou zapájíme oba vývody součástky. Při pájení je třeba pinzetou součástku podržet (obr.c). Pájky musí být tolik, aby navzlínala na vývod součástky do výšky min. 25 % výšky vývodu a aby byl vidět obrys horní hrany.
- 7) Případné zbytky tavidla očistěte pomocí bezvlákné utěrky a izopropylalkoholu.

Ruční pájení - nedostatek tavidla



a)



b)



c)



d)

Obr. 1 a) správné množství pájky (1206),
b) velké množství pájky (0805),
c) špičky na pájce způsobené nedostatkem tavidla (1206),
d) špičky na pájce a zkratky způsobené nedostatkem tavidla (SO8)

Zdroj:

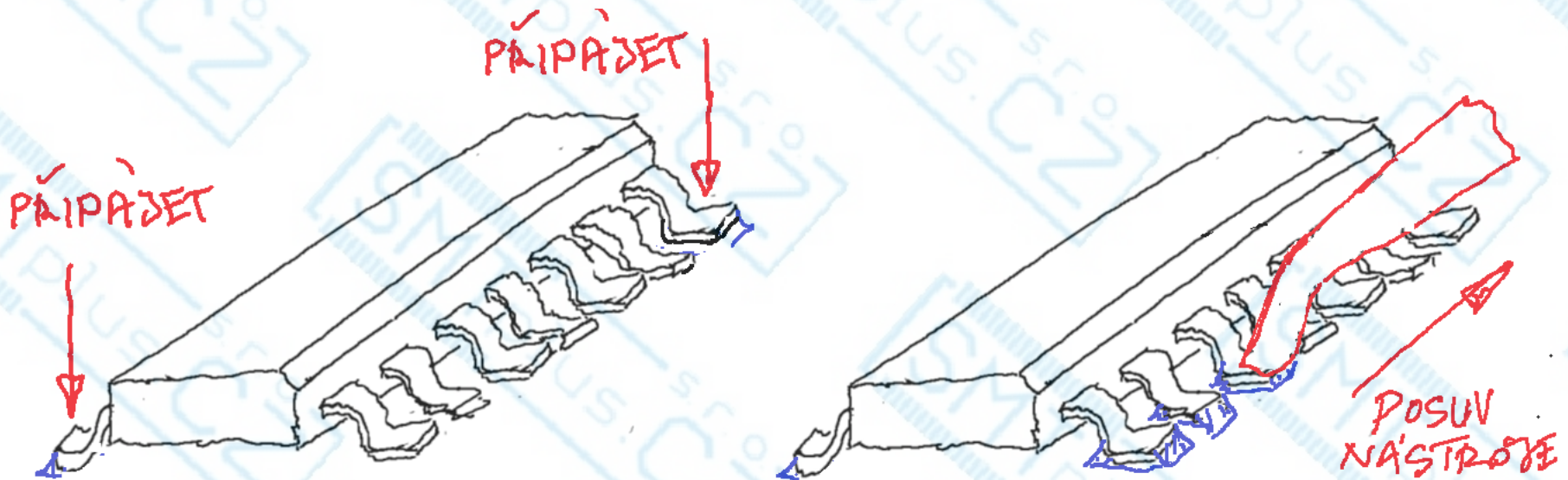
Ruční pájení - speciální přípravek



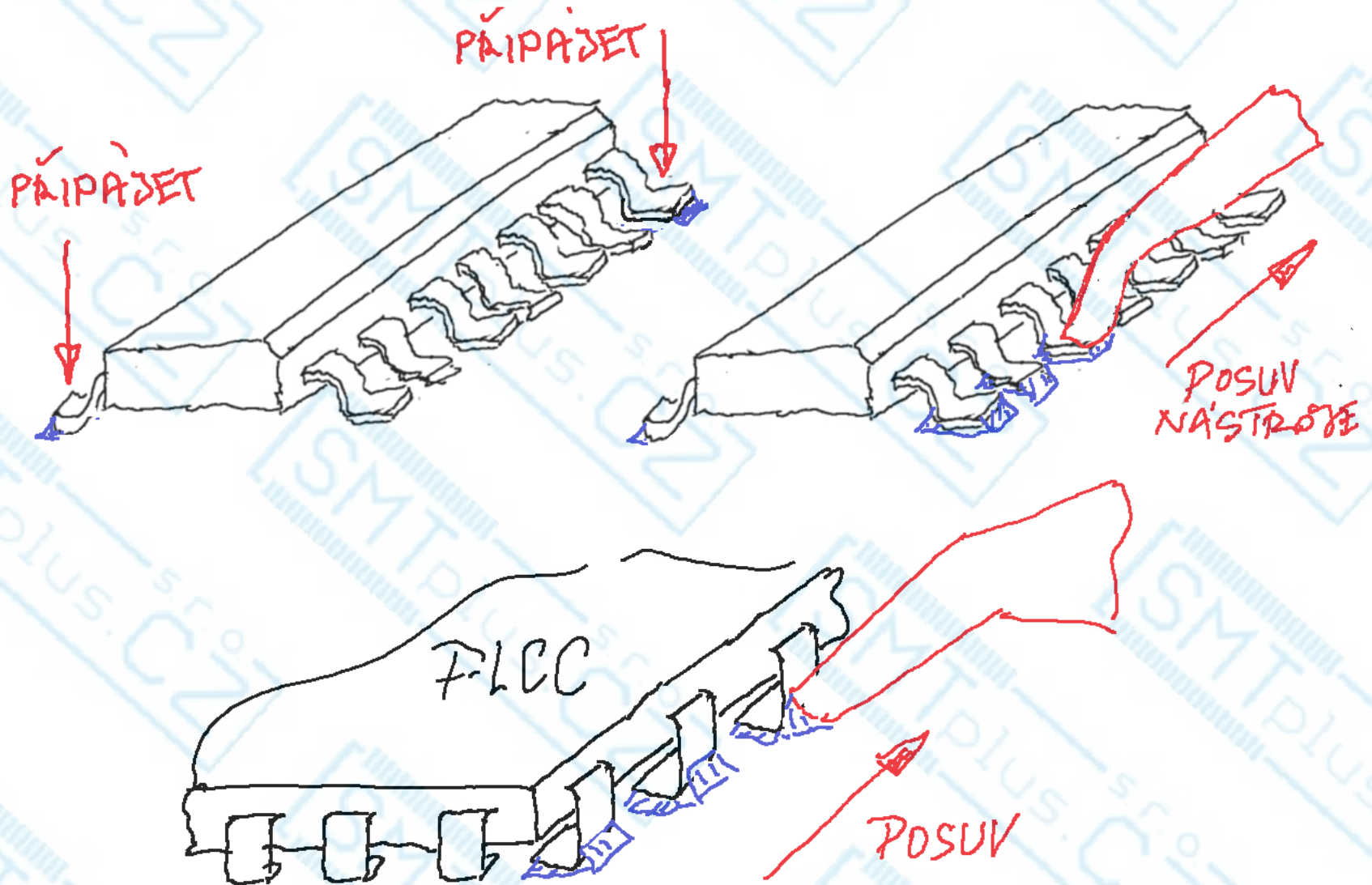
*Obr. 2 Přípravek
pro odpájení a připájení čipových součástek*

Zdroj:

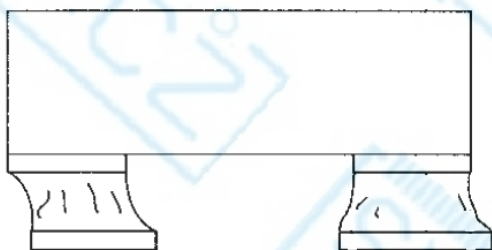
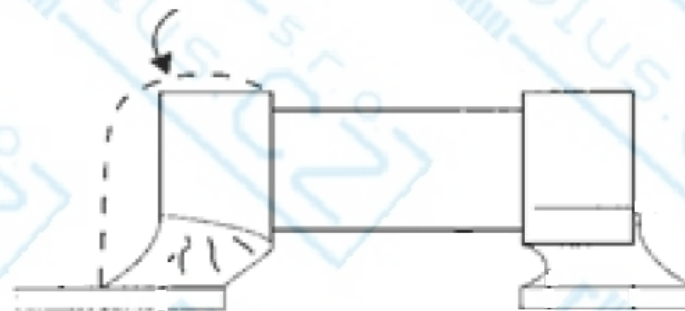
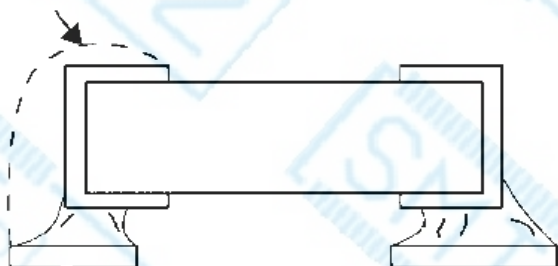
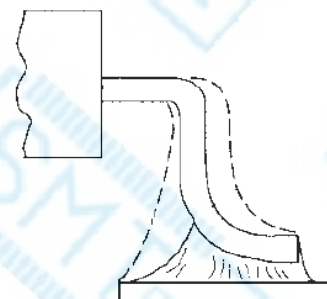
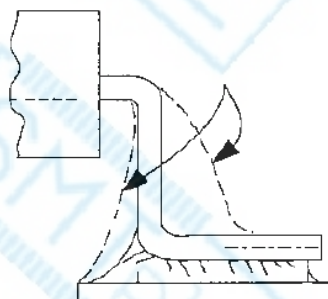
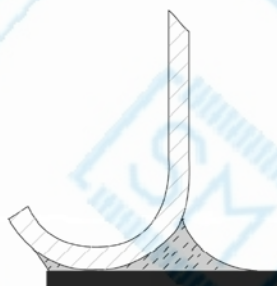
Tréning pájení - IO SOXX, SOT23, použití minivlny



Tréning pájení - IO SOXX, SOJXX, PLCC, použití minivlnny



Správné tvary pájeného spoje



Práce s odsávačkou.

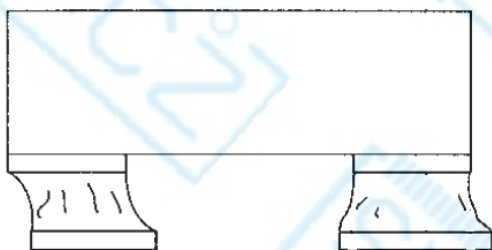
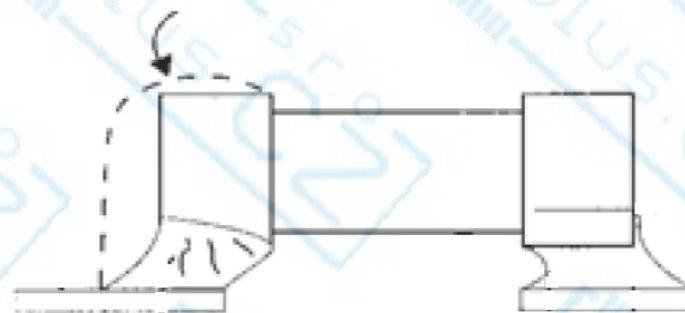
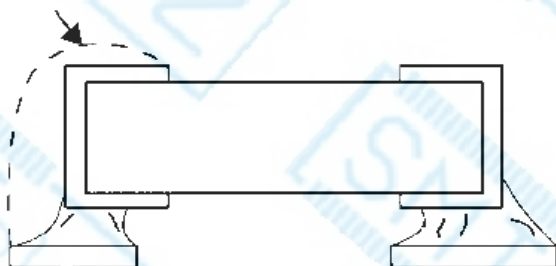
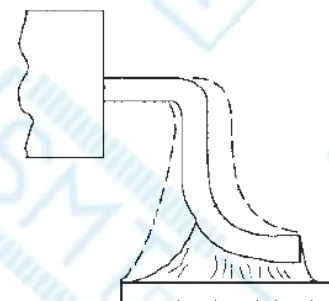
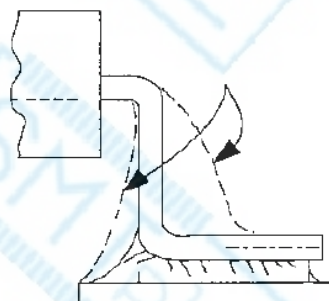
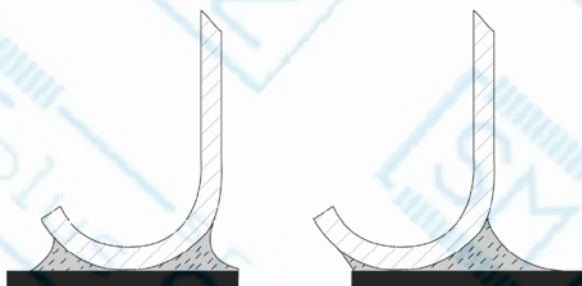
- Různé průměry hrotů - odsátá pájka se zachycuje do papírové, nebo skleněné trubičky, je třeba pravidelně čistit i otvor (drátky), oxidy se dají obtížně odstranit.
- Při odsávání musí být na spoji dostatek pájky (*proč*), sklon hrotu tak, aby se nesál falešný vzduch (*nakolmo*).
- K průměru vodiče zvolit správný hrot
- Na hrot odsávačky je možno nasadit silikonovou bužírku

Demontáž vývodových (THT) součástek



Při vyjímání součástek na „rozlité mědi“ je třeba desku předežhřát.

Správné tvary pájeného spoje



Pistolová pájka - použití



Pistolová pájka vhodná pro hrubší pájení, drát se přepaluje, jak se mění jeho průměr, mění se výrazně teplota, lepší manipulace pro opravy zařízení, drát vytváří magnetické pole - není vhodná pro SMT součástky. Používat kusovou kalafunu. Většinou větší příkon.

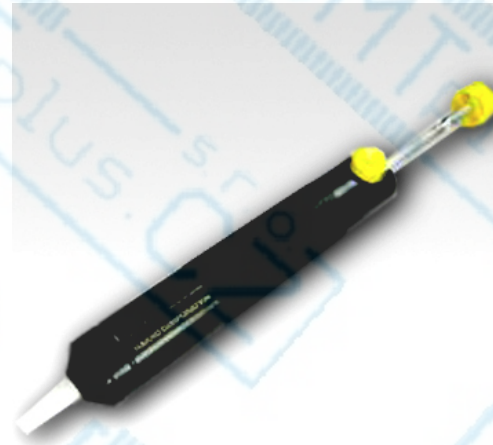
Pokud dáte dlouhou smyčku je možno vyřezávat otvory do pěnového polystyrénu - obaly.

Práce s odsávačkou.

- Různé průměry hrotů - odsátá pájka se zachycuje do papírové, nebo skleněné trubičky, je třeba pravidelně čistit i otvor (drátky), oxidy se dají obtížně odstranit.
- Při odsávání musí být na spoji dostatek pájky (*proč*), sklon hrotu tak, aby se nesál falešný vzduch (nakolmo).
- K průměru vodiče zvolit správný hrot

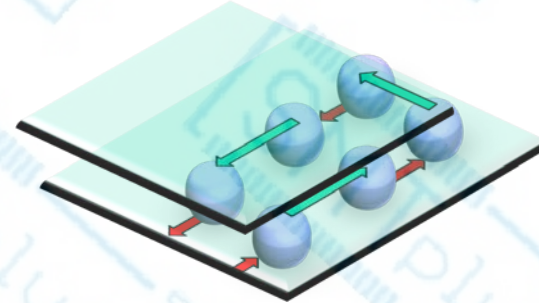
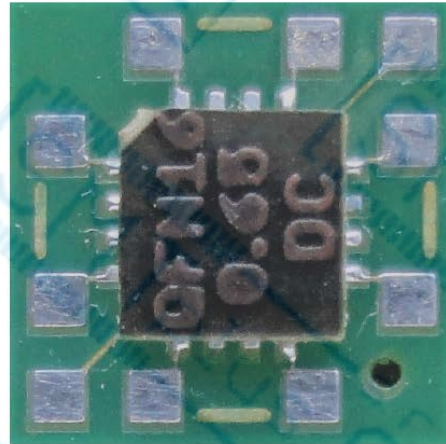
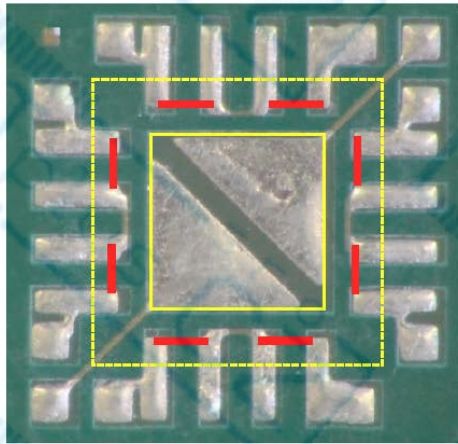
Klasická odsávačka, odsávání ústy

- a) Pružinová s pístem - pro účinnější odsávání je dobré nasadit na teflonový hrot silikonovou bužírku.



- a) Systém „Saj a trhej“. Jedná se o silikonovou bužírku průměr 3 až 5mm, délky aspoň 30mm. Ústy odsajeme bužírkou pájku, konec hadičky s pájkou odtrhneme. **Práce na vlastní nebezpečí. Pro LF pájky.**

Tréning pájení - pouzdra QFN 16



Princip „Daisy Chain“

b) Ohmické propojení na DPS a pouzdru

c) Osazené pouzdro

Obr. 4. Provedení testovacího pouzdra a jeho osazení na testovací motiv DPS

- Postup při osazení:
- 1) Nalepit zespolu kaptonovou pásku,
 - 2) nanést přebytek pastovitého tavidla,
 - 3) umístit termočlánek do otvoru a perfektně osadit testovací pouzdro na motiv DPS,
 - 4) předeřhřát na teplotu předeřhřevu (ustálená teplota) a ohřívát horkým vzduchem na 220°C (SAC 305), doba 5 sec,
 - 5) doopravit připájení vývodů (plochý hrot 300°C),
 - 6) po zchlazení ohmmetrem kontrolovat seriové propojení.

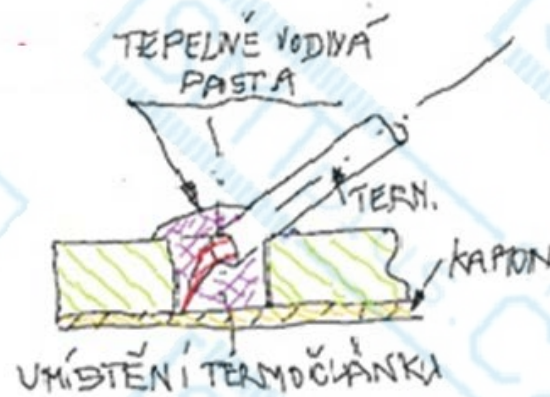
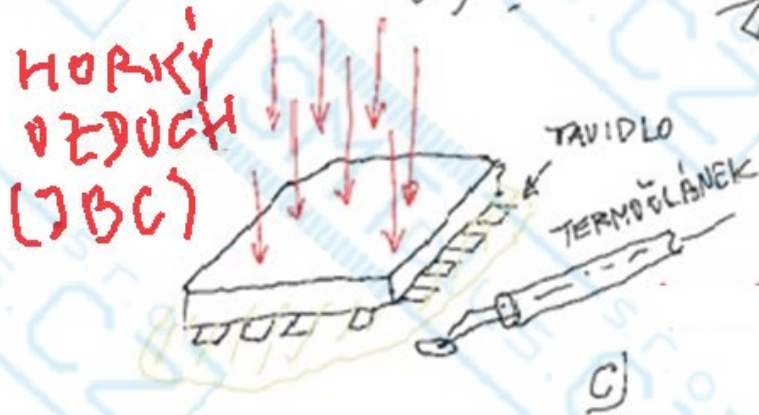
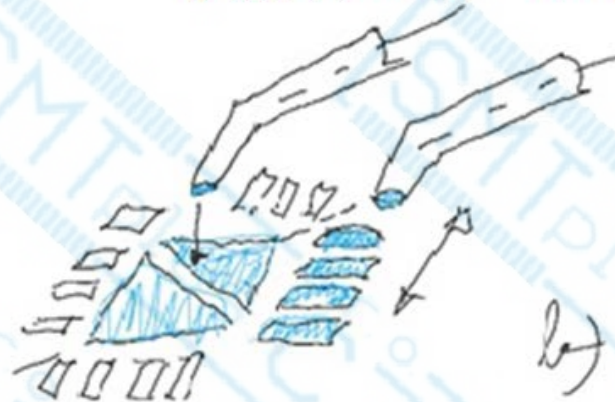
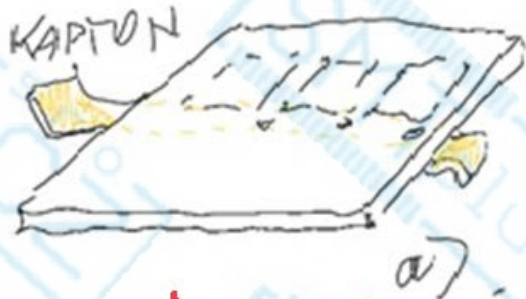
Podmínky pájení : Teplota předeřhřevu Nastavená: Na desce:
Teplota horního předeřhřevu teplota/foukání 200°C/ 15% (JBC)

Tréning pájení - pouzdra QFN 16

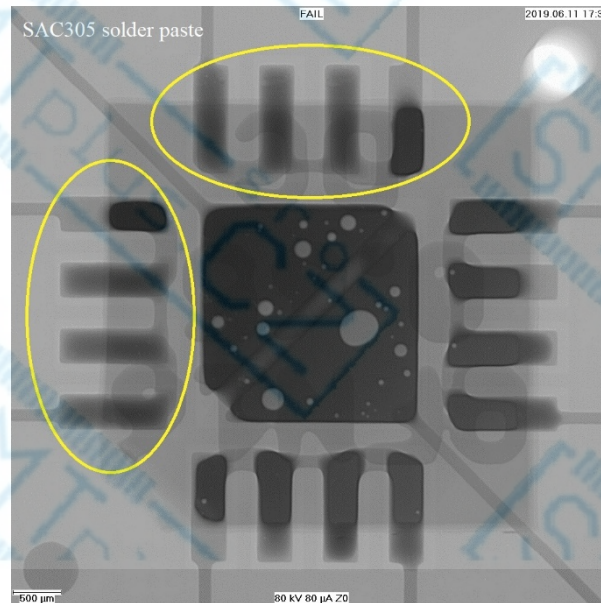
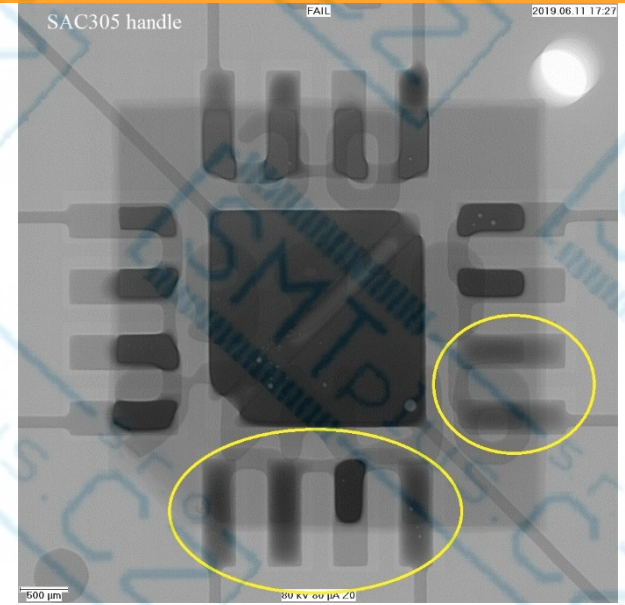
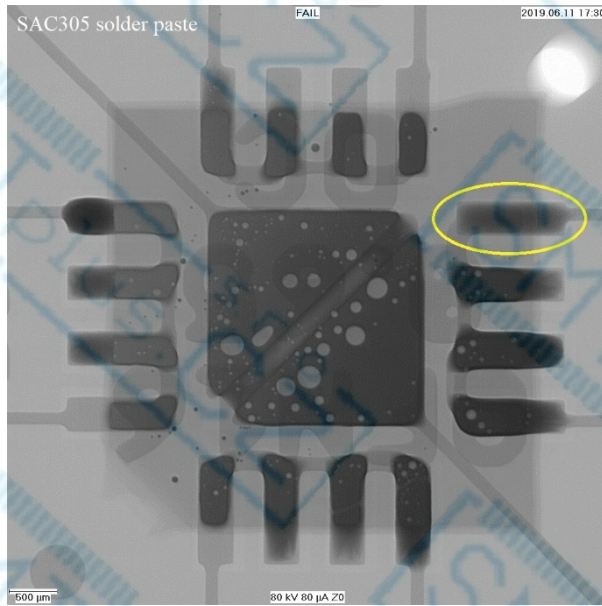
- a) Pro tréning použijeme testovací desku a testovací pouzdro
- b) Zakrýt otvor pro termočlánek na testovací desce kaptonovou páskou
- c) Nanést pastovité tavidlo a malou minivlnou „pocínovat“ vývody (příčný pohyb)
- d) Nanést pájku na střední dělenou plochu malou minivlnou - množství pájky takové aby se na malé minivlně vytvořil malý kulový meniskus.
- e) Umýt pastovité tavidlo a nanést nové tavidlo v přebytku.
- f) Umístit termočlánek do otvoru podle přílohy č.1 a perfektně osadit testovací pouzdro na motiv DPS. Desku položit doprostřed předehřevu.
- g) Předehřát na ustálenou teplotu 75 °C měřenou na termočlátku. Během předchozí manipulace a předehřevu se testovací pouzdro nesmí pohnout. Je třeba to zkontrolovat.
- h) Ohřívat horkým vzduchem (nastavené parametry na JBC stanici 320 °C, vzduch ...15%, vzdálenost hlavice cca 30mm) tak, aby na termočlátku bylo 220 °C po dobu ... 5 sec.
- i) Doopravit připájení vývodů (plochý hrot s teplotou 300 °C)
- j) Po zchladnutí systému ohmmetrem kontrolovat sériové propojení podle následujícího obrázku

Tréning pájení - pouzdra QFN 16

MINIPLNA - PACE



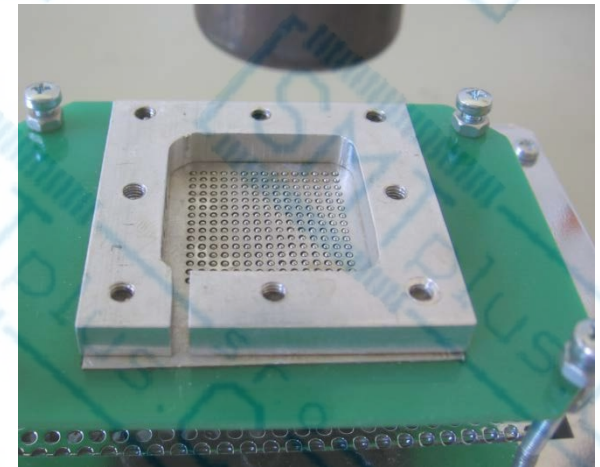
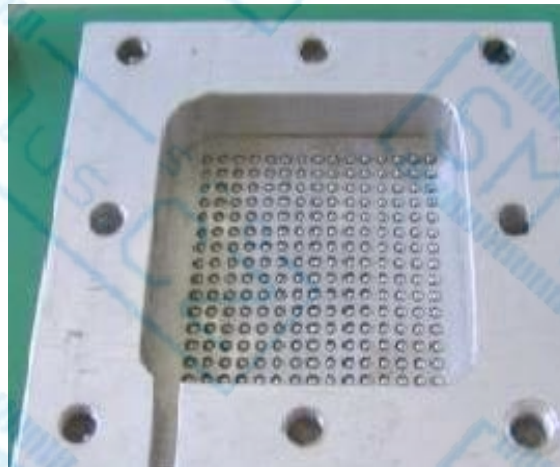
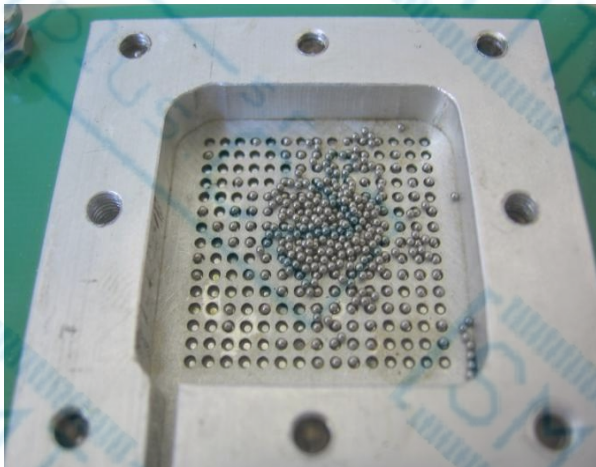
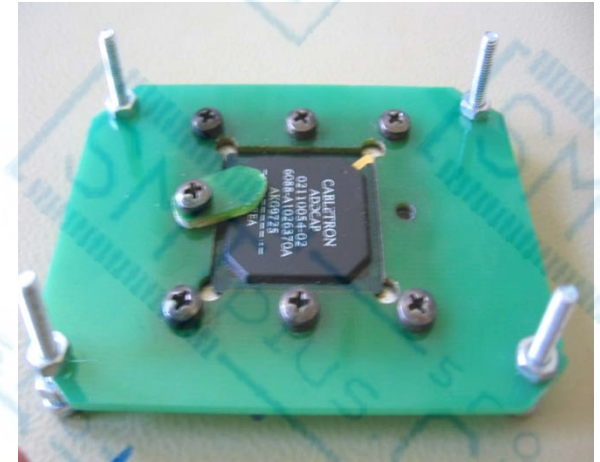
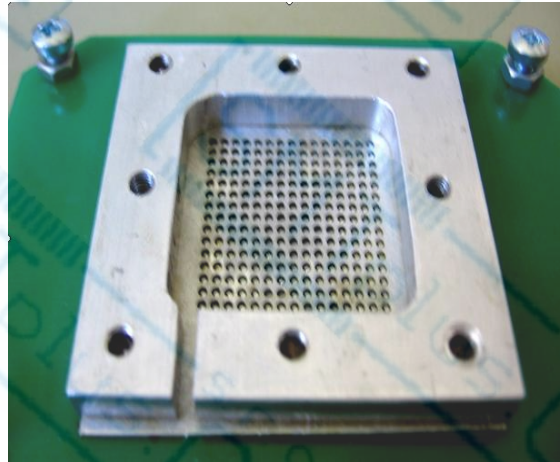
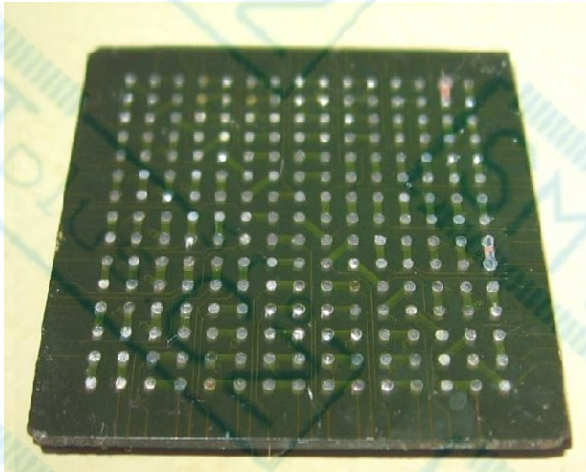
Tréning pájení - pouzdra QFN 16 rentgen



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 je jí málo.
- Před překuličkováním je třeba všechna plastová pouzdra zbavit vlhkosti ohřevem v peci při zvýšené teplotě. Teploty a doby ohřevu jsou uvedeny v normě

Reballing (překuličkování)

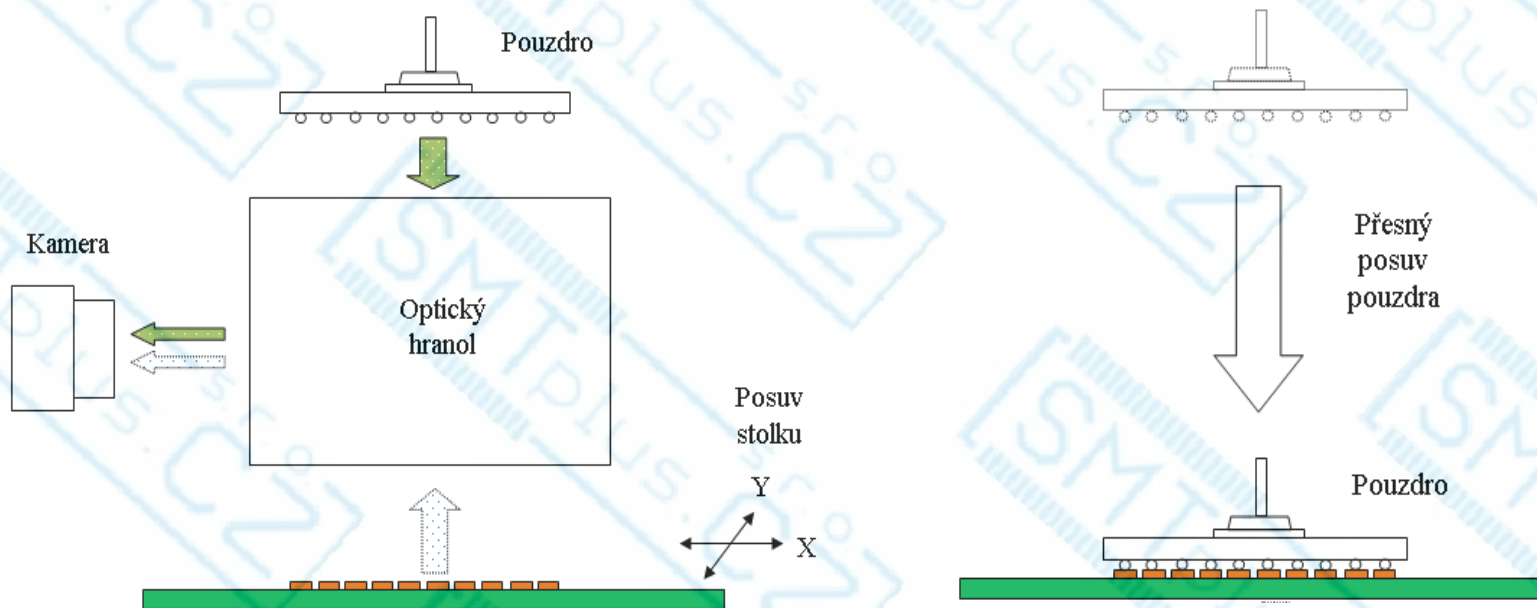


Sesouhlasení pouzdra BGA (LGA)

Automaty – osazení optickým naváděním – metoda jednoduchá a spolehlivá

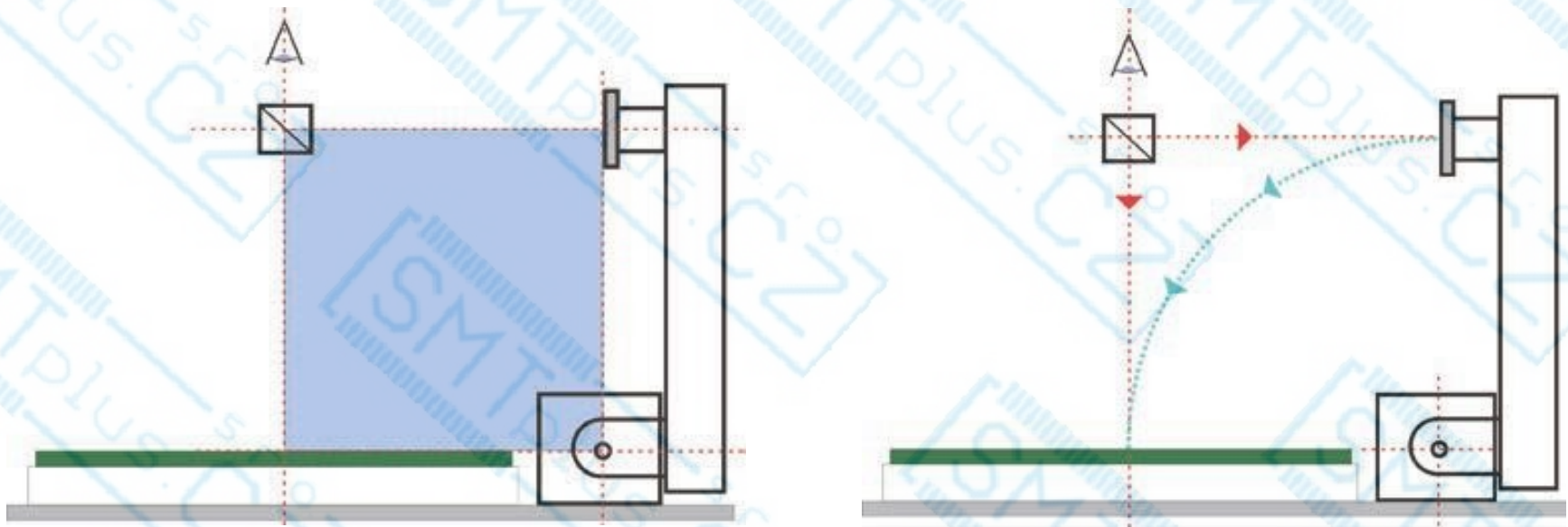
V případě kusové výroby, nebo při opravách je pouzdra je možno osazovat opticky **pomocí rohových značek**, umístěných v rozích motivu na plošném spoji.

Dokonalejším způsobem je sesouhlasení motivů **pomocí optického hranolu**. Tato metoda vzhledem ke své větší přesnosti je vhodná pro osazování malých pouzder (jednotky mm), nebo při montáži FLIP-CHIP.



Používají se i jiné metody ne na optickém principu

System pro přesné osazování (optický splitter)



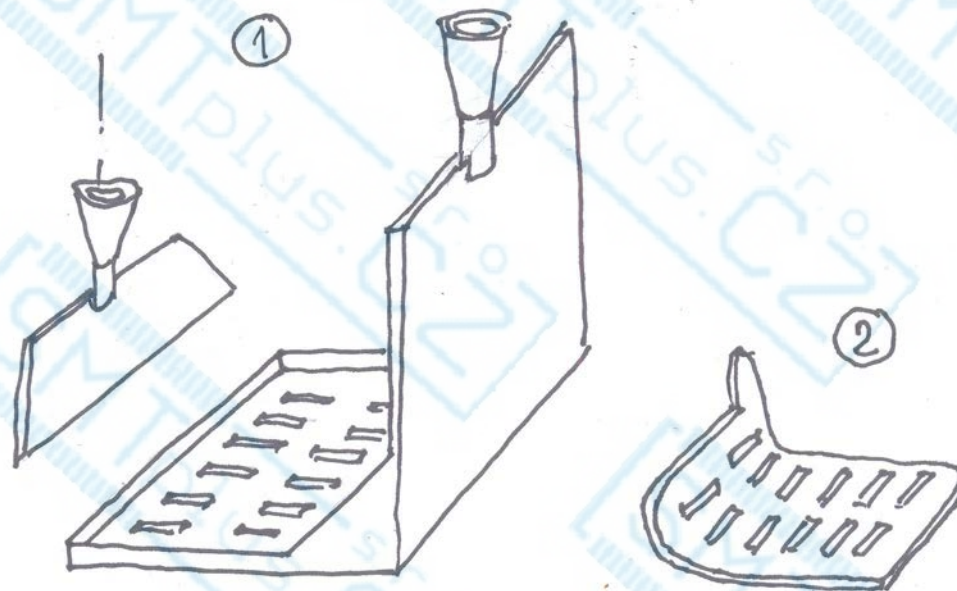
Zdroj: M. Abel, *Mikromontáž s přesností 0,5mm*, DPS Elektronika od A do Z 1/2015

Osazení pouzdra BGA (LGA)

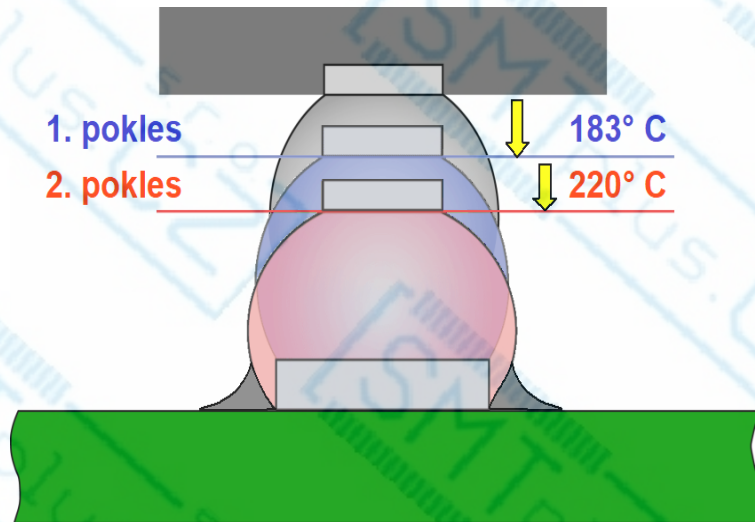
Osazení do tavidla - tato metoda se používá většinou při opravách. Používají se pastovitá tavidla, která se nanáší na desku plošného spoje. Minimalizuje se možnost vzniku zkratu v důsledku rozmazání pasty. Pokud nejsou všechny vývody v rovině (koplanární), může se stát, že se některý přívod nezapájí.

Osazení do pájecí pasty (pro opravy se používá málo) - v tomto případě je třeba na plošky nanést pájecí pastu, což se děje většinou šablonovým tiskem pomocí speciálních šablon. Problém u oprav - není dostatek místa pro tisk. 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. Snadno však mohou vzniknout zkraty.

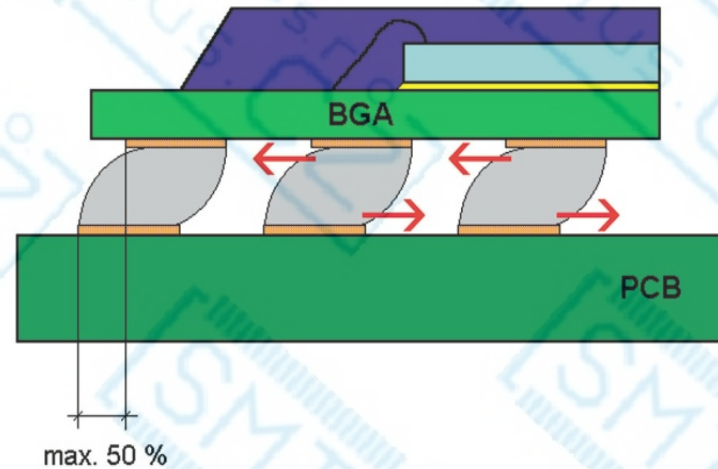
Šablony pro nanášení pasty



Přetavení vývodů u pouzdra BGA



Grafické znázornění dvojího poklesu

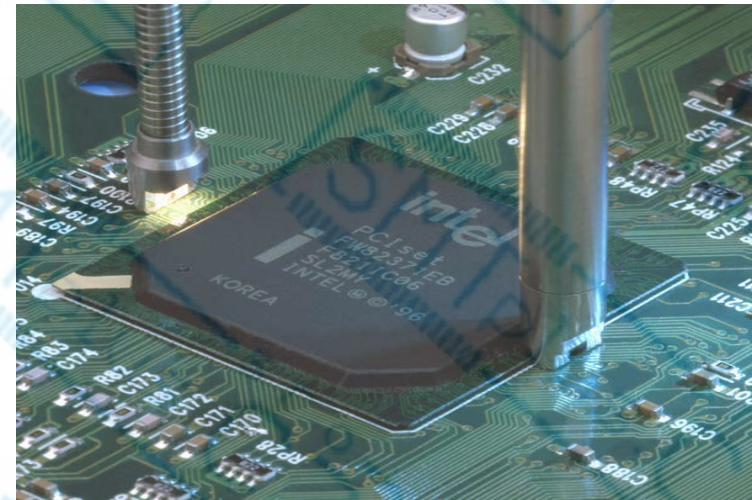


Grafické znázornění samovystředovací schopnosti

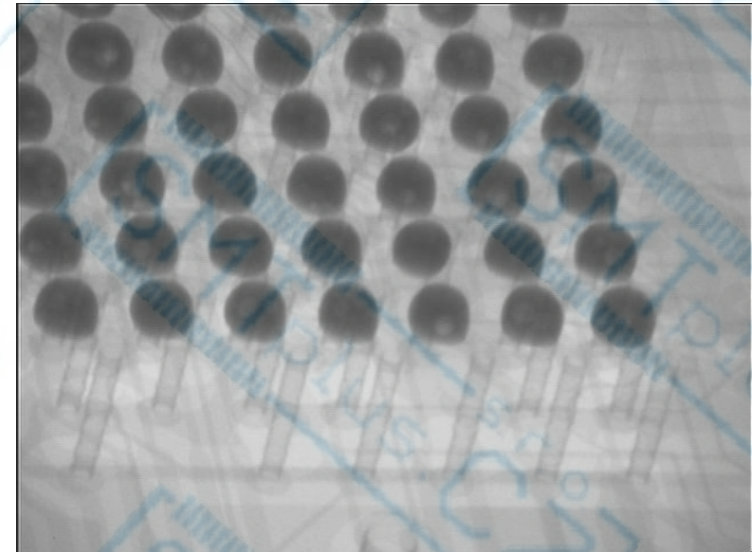
Zdroj: Martin Adámek, Michal Nicák, Petr Schneiderle, *Moderní technologie elektronických obvodů a systémů – laboratorní cvičení č.2, Pájení strojní, ruční, pouzdra BGA, optická kontrola, testy pevnosti pájeného spoje*, učební text pro výuku předmětu MMTE, VUT FEKT, UMEL, Brno, 20.2.2012

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

Oprava kresby pájeného spoje

- Dají se opravovat vrstvy, které jsou vidět (strana spojů, strana součástek)

Existuje profesionální souprava na opravu: vyrábí se kovové motivy s lepidlovou vrstvou, někdy na povrchu EPOXY, které se vytvrdí kontaktním přiložením nástroje, prokovené otvory se nahrazují nýtky.

Amatérská oprava:

- Připájet tenký drátek („licnu“), drátek protáhnout otvorem.
- Použít samolepivou Cu fólii, je třeba její kraje propájet - *nakreslit*. Fólii dodává např. ELCHEMKO.
- Opravené místo zafixovat EPOXIDEM.

Oprava kresby pájeného spoje

- Dají se opravovat vrstvy, které jsou vidět (strana spojů, strana součástek)

Existuje profesionální souprava na opravu: vyrábí se kovové motivy s lepidlovou vrstvou, někdy na povrchu EPOXY, které se vytvrdí kontaktním přiložením nástroje, prokovené otvory nýtky.

Amatérská oprava:

- Připájet tenký drátek („licnu“), drátek protáhnout otvorem.
- Použít samolepivou Cu fólii, je třeba její kraje propájet - *nakreslit*. Fólii dodává např. ELCHEMKO.
- Opravené místo zafixovat EPOXIDEM.