

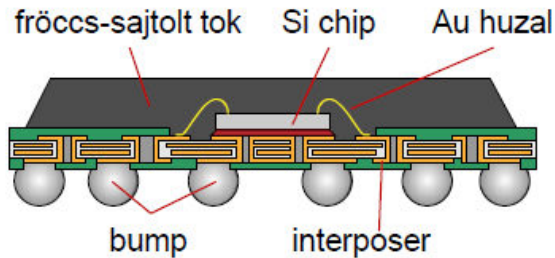
1. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a BGA tokozás (műanyag és kerámia) szerkezeti felépítését és röviden ismertesse technológiáját

BGA tokozású alkatrészek

Műanyag tokozás:

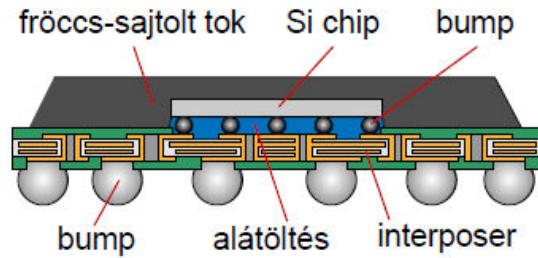
PBGA – Ball Grid Array

(16-256 kivezetés, rászterosztás ~1,27 mm)



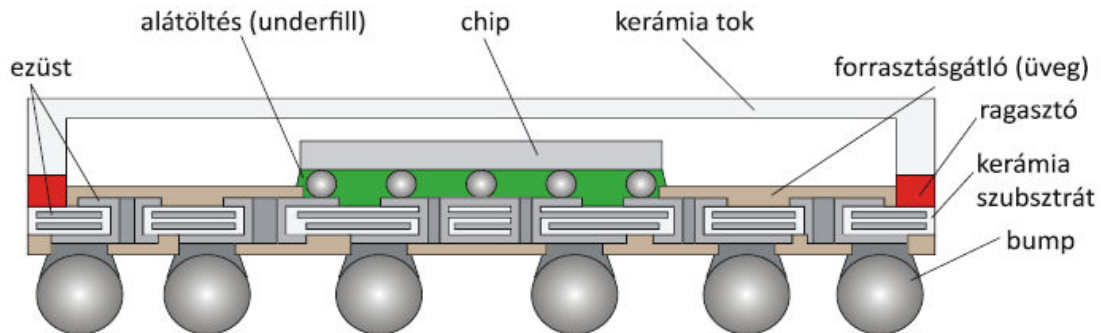
FC-PBGA – Flip-Chip Ball Grid Array

(<1600 kivezetés, rászterosztás ~0,8 mm)

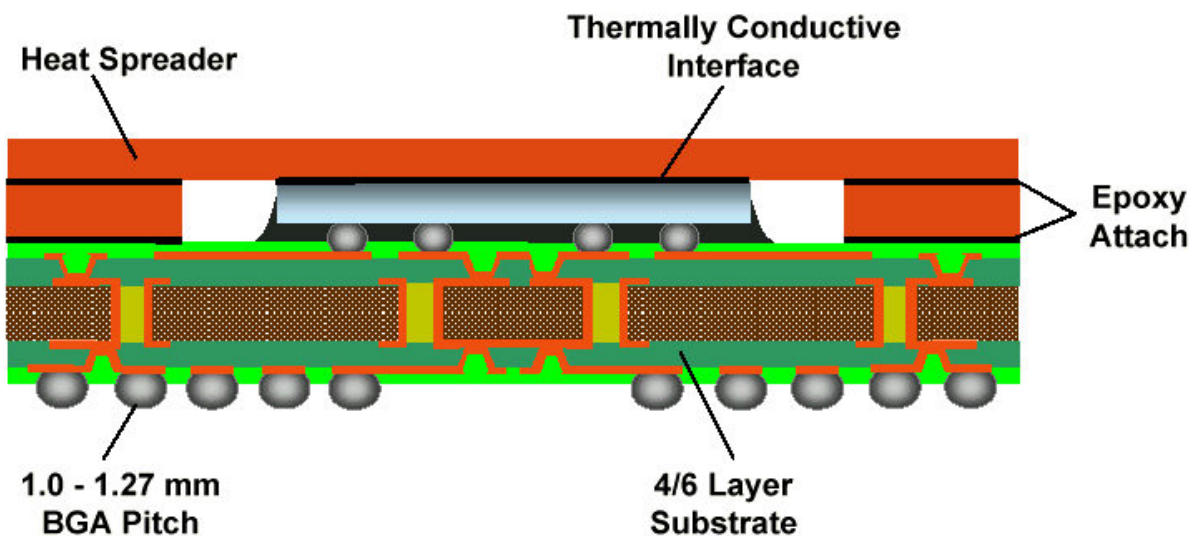


Kerámia tokozás:

FC-CBGA – Ceramic Ball Grid Array: bump anyaga többnyire **nem** eutektikus forrasz (Sn10Pb90 – 302 °C , Sn80Au20 – 280 °C), tok és az interposer anyaga kerámia, kisebb CTE különbség, jobb megbízhatóság (kerámia CTE ~6 ppm/°C)



2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a termikusan feljavított Flip Chip BGA szerkezetét és röviden ismertesse technológiáját

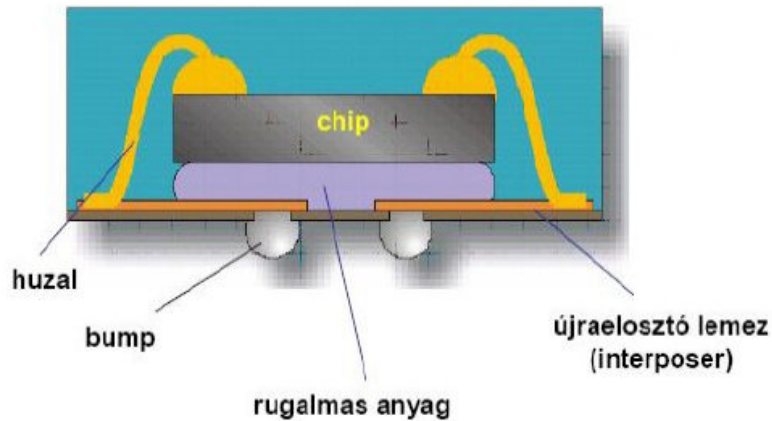


Technológiája: ???

3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a hőtágulási problémák csökkentésére rugalmas anyagokat és hajlékony vezetőket alkalmazó BGA tokozás szerkezeti kialakítását

A μ BGA® tokozásnál rugalmas anyag elhelyezése a chip és az újraelosztó réteg (interposer) közé

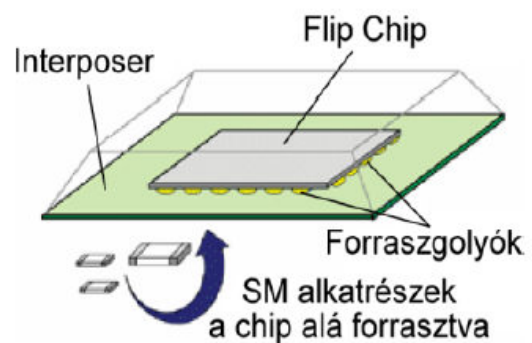
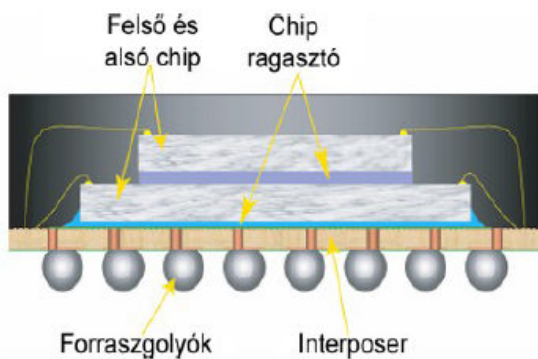
A chipnek és az újraelosztó lemeznek igen eltérő a hőtágulási tényezője, a Si-é 3 ppm/°C, míg az nyh újraelosztó lemezé 15 ppm/°C. Ezért célszerű ha az ebből adódó deformációkat a közéjük helyezett rugalmas anyag veszi fel



A chip bekötése chip-and-wire eljárással. A huzalkötés növeli a μ BGA tok helyfoglalását. Hosszú bekötő-huzalokat kell alkalmazni.

4. Ismertesse rajzokkal vázlatosan a merev hordozós áramkörök 3D szerelési megoldásait

SCSP – Stacked chip scale package

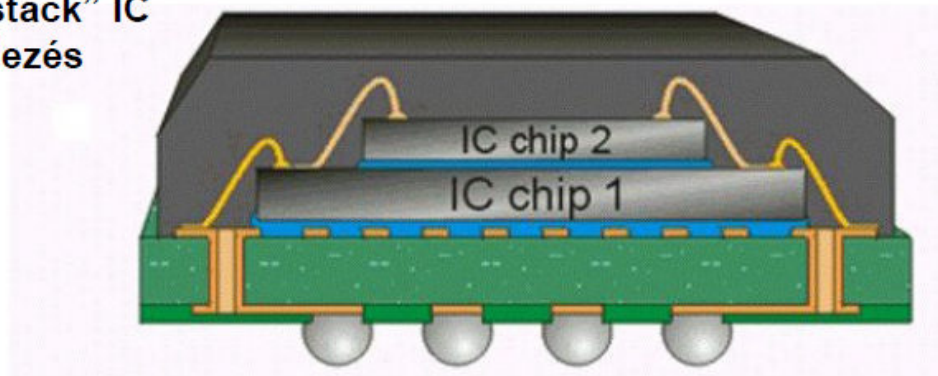


Package on package technológia

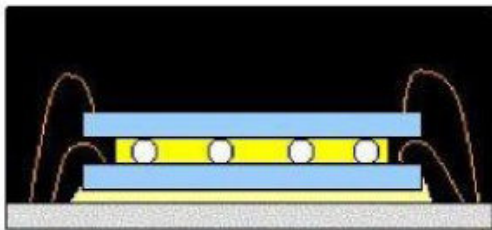


5. Ismertesse a „stack” IC-k egymásra építési konstrukcióit és a TSV konstrukcióját

3D szerelés, „stack” IC lépcsős elrendezés



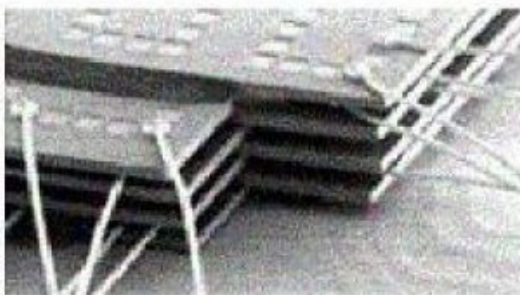
Távtartó alkalmazása



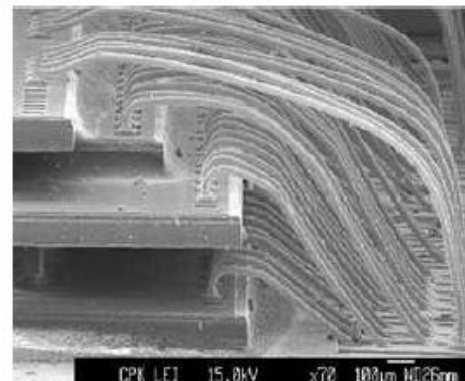
„dummy” lapka alkalmazása



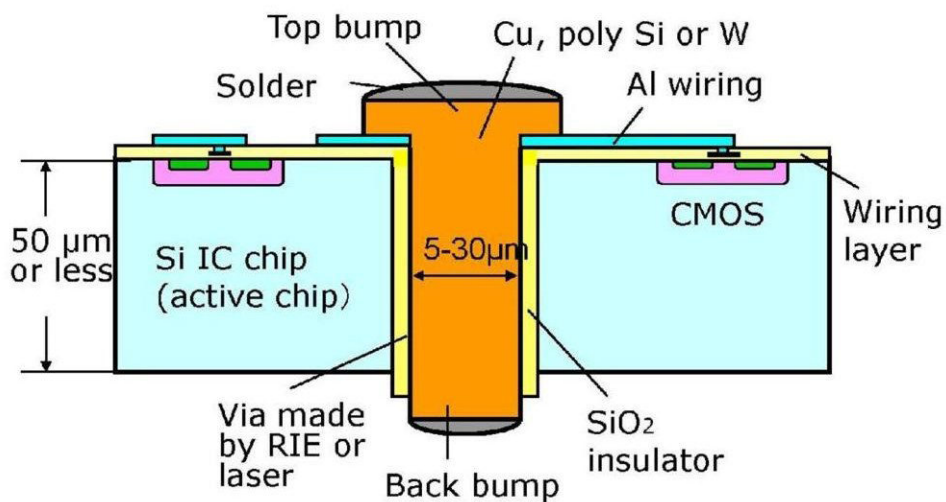
Keresztező építés



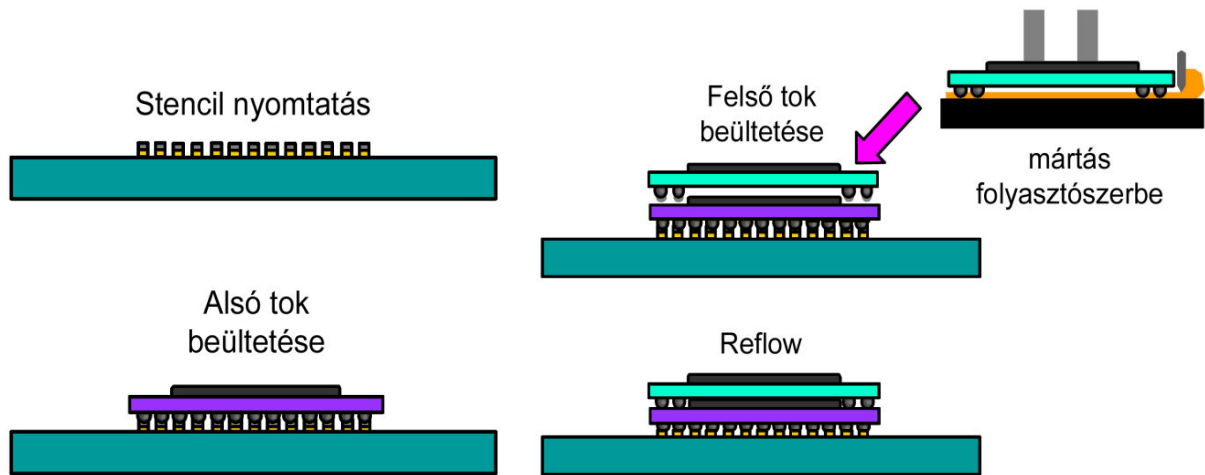
kombinált megoldások



TSV – Through Silicon Via konstrukciója



6. Ismertesse a Package-on-Package szereléstechnológia lépéseit és főbb veszélyeit



A felső tokot folyasztószerbe mártják, a forrasztásnál csak a golyó forraszmennyiségéből alakul ki a forrasztott kötés.

Veszélyek: ????

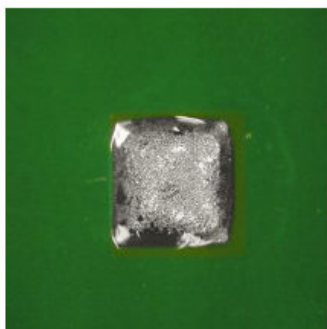
- Az alsó tok vetemedése nyitott forrasztott kötések kialakulásához vezet.

2/1. Ismertesse a három legelterjedtebb stencilkészítési technológiát!

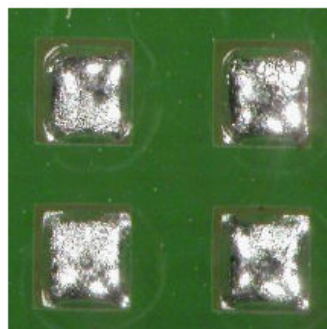
- kémiai maratás, a lézerrel vágás és a galvanoplasztika.

2/2. Ismertesse az alapvető stenciltervezési irányelveket a felületszerelt alkatrészekhez (redukció, főliavastagság meghatározása, PBGA-CBGA alkatrészek)!

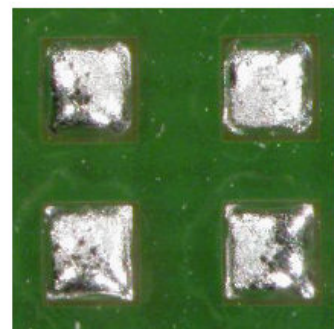
Stenciltervezési irányelvek SM alkatrészekhez



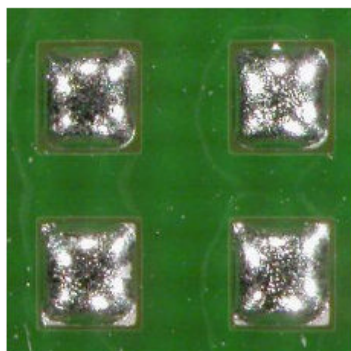
Ni/Au – 10% redukció



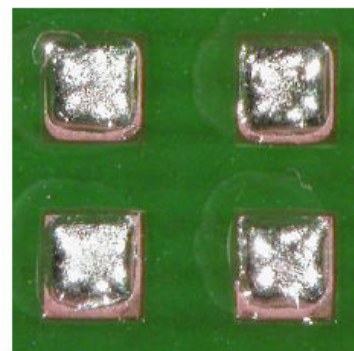
ImAg – 10% redukció



LF HASL – 10% redukció

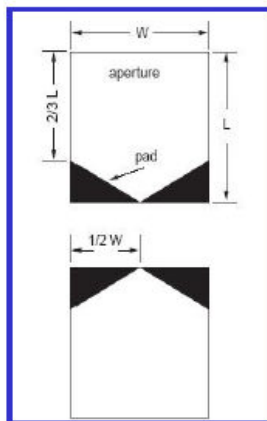
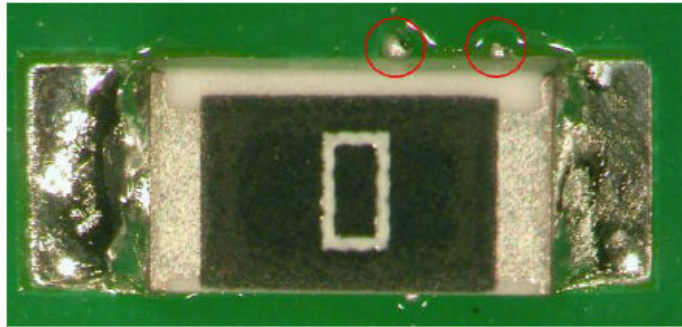


ImSn – nincs redukció

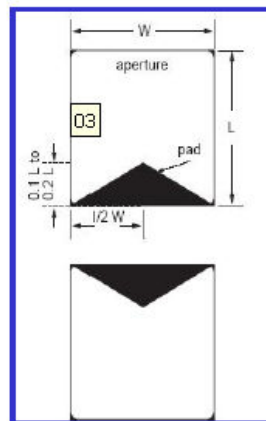


OSP – nincs redukció

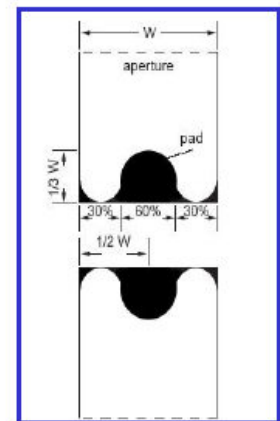
Stenciltervezési irányelvek SM alkatrészekhez



Home-plate

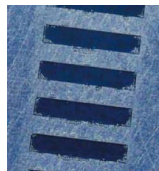


Inverz home-plate



Lekerekített inverz home-plate

2/3. Ismertesse a forraszgolyó-képződés hibamechanizmusát és mutasson be apertúraterveket ennek kiküszöbölésére!



Forraszpaszta eltömiti az apertúrát – nyitott kötés

- Gyakoribb stenciltisztítás szükséges
- Nem megfelelő az illeszkedés a hordozó és a stencil között
- Nincs megfelelően beállítva a hordozó magassága
- Nem megfelelő a hordozó alátámasztása

Apertúra tervek: ???

2/4. Határozza meg a stencilfólia megfelelő vastagságát 0,4 mm raszterosztású, QFP tokozású alkatrészhez. (forrasztási felület mérete 200x1000 μm és nincs apertúra redukció!)

2/5. Ismertesse a főbb stencilnyomtatási paramétereket és azok jellemző értékeit! Mutassa be az oszlopos és a dombormaratott alátámasztási rendszert!

Sebesség: 30...200 mm/s, 30...70 mm/s finom raszter-osztás esetén,

Késerő: 30...120 N, kiindulási érték: késhossz [cm] * 3 = [N],

Elválasztási sebesség: 0,5...6 mm/s

Stenciltisztítás: 5-20 száraz törlőkendő, 10-20 nedves törlőkendő, vákuumos.

Alátámasztás: - oszlopos, - dombormaratott.

2/6. Ismertesse a jellemző stencilnyomatási hibákat és azok kiküszöbölési módjait! (6 db.)



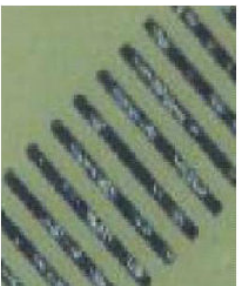
Forraszpasztta eltömíti az apertúrát – nyitott kötés

- Gyakoribb stenciltisztítás szükséges
- Nem megfelelő az illeszkedés a hordozó és a stencil között
- Nincs megfelelően beállítva a hordozó magassága
- Nem megfelelő a hordozó alátámasztása



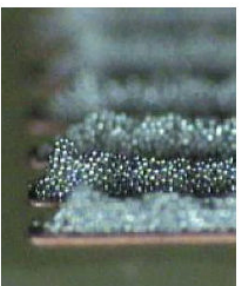
Paszt a stencil alá száradt – rövidzárat okozhat

- Gyakoribb stenciltisztítás szükséges
- Nem megfelelő az illeszkedés a hordozó és a stencil között



Híányos pasztalenyomat – nyitott kötést okozhat

- Gyakoribb stenciltisztítás szükséges
- Sokat állt a paszta a stencilen
- Kevés a paszta mennyisége a stencilen
- Eltömődött az apertúra



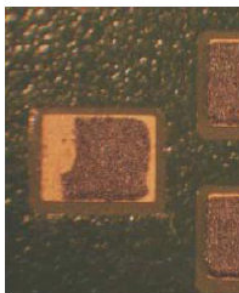
„Kutyafül” effektus – rövidzárat okozhat a finom raszter-osztású alkatrészek kivezetései között

- Növelni kell a nyomtatási sebességet – növeli a paszta viszkozitását
- Nem megfelelő elválasztási sebesség
- Nem megfelelő a hordozó alátámasztása



Kráter alakú pasztalenyomat – kevés paszta nyitott kötést okozhat

- Túl nagy a késerő
- Kopott a nyomtatókés pengéje
- Nem illeszkedik a hordozó a stencilhez, nincs megfelelően beállítva a hordozó magassága
- Túl nagy élhosszúságú apertúra

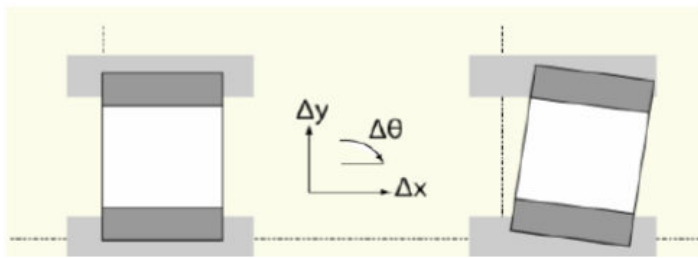


Részleges paszta lenyomat – nyitott kötést okozhat

- A hordozó szennyezett, rosszabbul tapad a paszta a kontaktusfelülethez

3/1. Ismertessen tipikus alkatrész-beültetési hibákat!

BEÜLTETÉSI HIBÁK



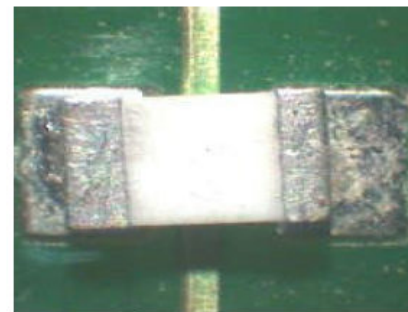
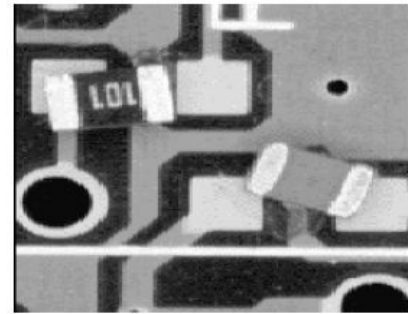
beültetési pontosság =
 beültetőgép pontossága
 + alkatrész méretének pontossága
 + NYHL mintázatának pontossága

Accuracy – pozícióhiba, [μm]

Repeatability – pozícióhiba szórása [σ]

Egyéb hibák

- Alkatrész leesik a pipettáról, nem kerül beültetésre
- Alkatrészek melléhelyezése, forgási hibája
- Rossz polaritással beültetett alkatrész



3/2. Ismertesse a mérőeszközök ismételhetőség és reprodukálhatóság vizsgálatát! Mikor tekinthető elfogadhatónak egy mérőeszköz?

MÉRŐESZKÖZÖK ISMÉTELHETŐSÉG ÉS REPRODUKÁLHATÓSÁG VIZSGÁLATA

Ismételhetőség és reprodukálhatóság vizsgálata

(Gauge Repeatability & Reproducibility)

Ismételhetőség – a mérőeszközre vonatkozik

Reprodukálhatóság – a mérőszemélyekre vonatkozik

több minta (pl. 10.), több mérő személy (pl. 3.), többszöri mérés (pl. 3.)

Eredmények feldolgozása:

$$\sigma^2_{\text{mérés}} = \sigma^2_{\text{reprod}} + \sigma^2_{\text{ism}}$$

$$\sigma^2_{\text{teljes}} = \sigma^2_{\text{alkatrész}} + \sigma^2_{\text{mérés}}$$

$$R \& R(\%) = \frac{\sigma^2_{\text{mérés}}}{\sigma^2_{\text{teljes}}} \cdot 100$$

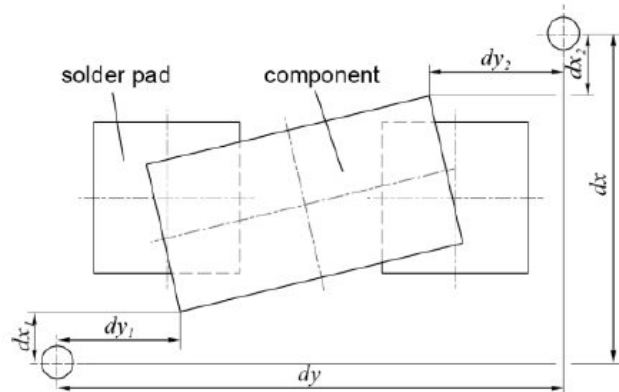
Minősítés	Nem elfogadható	Felt. elfogadható	Megfelel
R&R	R&R > 30%	10% < R&R < 30%	R&R < 10%

3/3. Ismertesse a beültetőgépek beültetési hibájának meghatározására szolgáló globális és lokális mérési elvet.

A BEÜLTETŐGÉPEK BEÜLTETÉSI HIBÁJÁNAK MÉRÉSE

Mérhető és ellenőrizhető:

- az alkatrész x és y irányú pozícióhibája; **elfogadási határ:** az alkatrész rövidebbik oldalának 25%-a
- az alkatrész szögelfordulása **elfogadási határ:** $\pm 5^\circ$
- AOI vagy optikai mikroszkóp
- Abszolút mérés: a szerelőlemez négy sarkán kialakított referenciapontokhoz mérik, a pontosságot befolyásolja a mérőeszköz
- Relatív mérés: az alkatrész köré elhelyezett referenciapontokhoz mérik, a pontosságot a rajzolatkészítés befolyásolja



$$x_{\text{ofszet}} = \frac{dx_1 - dx_2}{2}$$

$$y_{\text{ofszet}} = \frac{dy_1 - dy_2}{2}$$

$$\theta_{\text{ofszet}} = \arctan\left(\frac{dx}{dy}\right) - \arctan\left(\frac{dx - dx_1 - dx_2}{dy - dy_1 - dy_2}\right)$$

3/4. Ismertesse a folyamatképességi index és a korrigált folyamatképességi index meghatározására szolgáló összefüggést.

KÉPESSÉG MUTATÓK

C_p process capability
folyamatképesség:

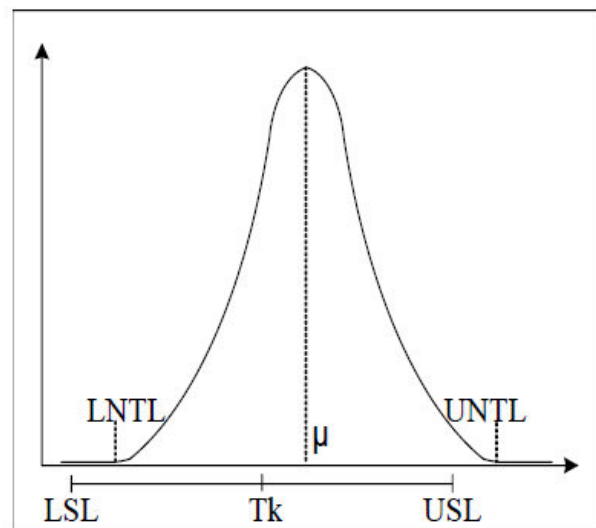
$$C_p = \frac{USL - LSL}{2k\sigma}$$

USL – Upper specification limit
felső elfogadási határ

LSL – Lower specification limit
alsó elfogadási határ

$k=3$ folyamatképesség esetén

$k=4$ gépképesség esetén

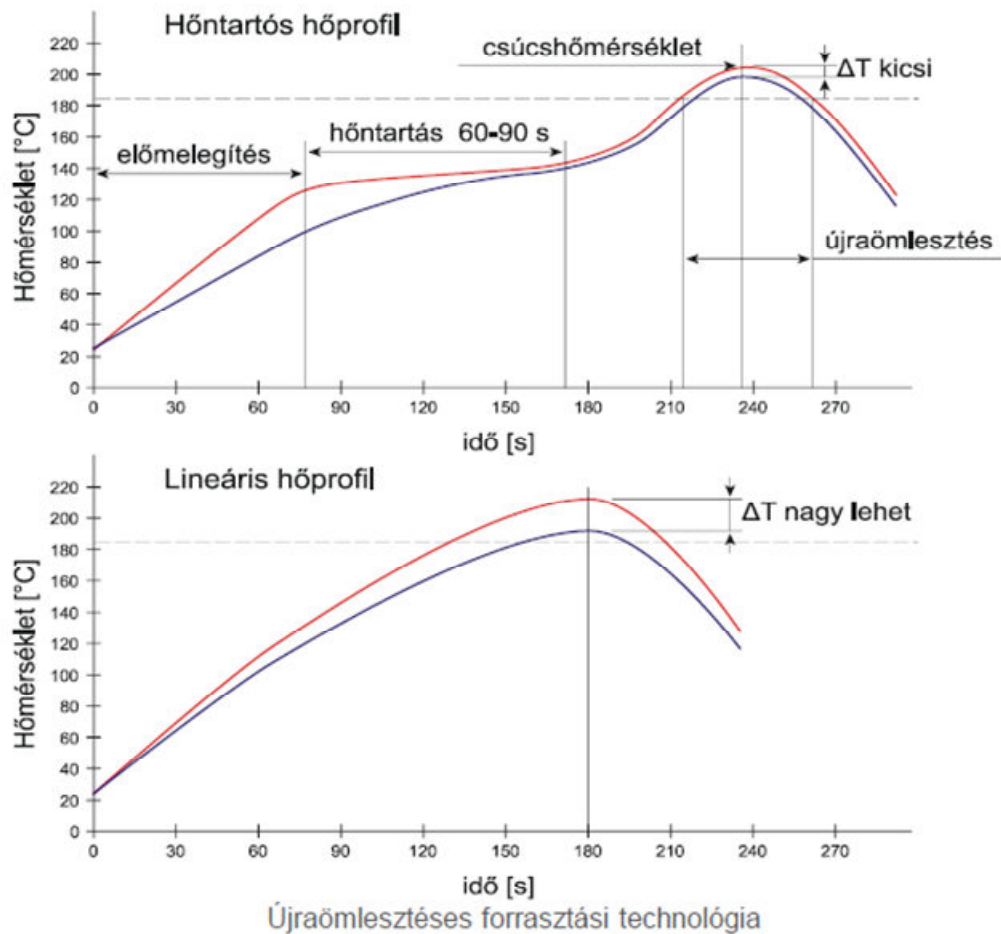


Korrigált folyamatképességi index:

$$C_{PK} = \frac{\min(USL - \mu, \mu - LSL)}{k\sigma}$$

3/5. Beültetőgép mérésénél a 0603-as ellenállások átlagos pozícióhibája 30 μm , szórása 25 μm . Határozza meg a beültetőgép korrigált képességi mutatóját! ???

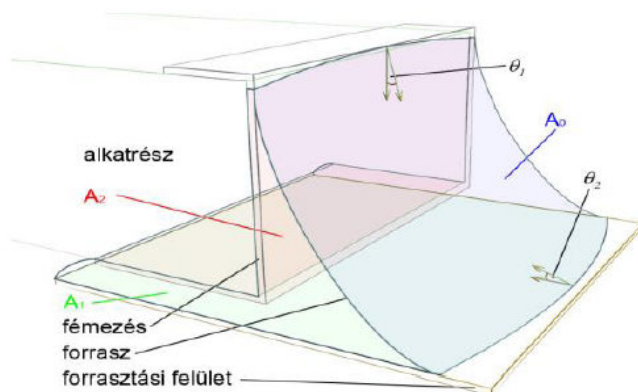
4/1. Ismertesse a hőntartós és a lineáris hőprofil, azok tulajdonságait, előnyeit, hátrányait! Számolja ki a Q_η tényezőt, ha az olvadáspont felett töltött idő 60 másodperc, a forrasz olvadáspontja $220\text{ }^\circ\text{C}$, a csúcshőmérséklet $240\text{ }^\circ\text{C}$, a fűtési gradiens 2, míg a hűtési gradiens $4\text{ }^\circ\text{C/s}$!



$$Q_\eta = \int_{t_1}^{t_2} (T(t) - T_l) dt \quad \left| \quad Q_\eta = \frac{a+c}{2} \cdot m \right| \quad t_2 - t_1 : \text{olvadáspont fölött töltött idő} \quad \left| \quad T_l : \text{olvadáspont} \right.$$

4/2. Ismertesse a forraszprofilok alakjának meghatározására szolgáló általános összefüggést, valamint levezetéssel adja meg a felületi feszültségből származó energia összefüggését, ha határfeltételként azt szabjuk, hogy a forrasz nem nedvesít végig a forrasztási felületeken!

$$E = E_S + E_G = \int_A \gamma \cdot dA + \iiint_{x,y,z} \rho \cdot g \cdot z \cdot dx dy dz \quad *$$



$$E_S = \int_{A_0} \gamma_{LG} dS + \int_{A_1} -\gamma_{LG} \cdot \cos \theta_1 dS + \int_{A_2} -\gamma_{LG} \cdot \cos \theta_2 dS \quad **$$

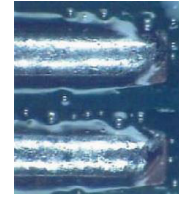
4/3. Ismertesse a forrasztás hőprofiljának nem megfelelő beállításából származó hibákat a hőprofil jellemző szakaszaira bontva! Mi az MSL szint?

Újraömlesztéses forrasztás nem megfelelő hőprofilja

Melegítés: - lassú – paszta megrogyik (slump) – rövidzárat okozhat,
- gyors – a folyasztószer felforr – apró forraszgyöngyök jelennek meg (beading).

Hőntartás:

- alacsony – folyasztószer nem tisztítja a kontaktusfelületet – rossz nedvesítés,
- magas – a forraszpaszta jobban oxidálódik – rossz nedvesítés,
- rövid – nagy lehet a hőmérséklet-különbség az alkatrészek között a csúcshőmérsékleti szakaszon – hideg kötés
- hosszú – hosszabb ciklusidő, kisebb termelékenység, forraszpaszta jobban oxidálódik – rossz nedvesítés

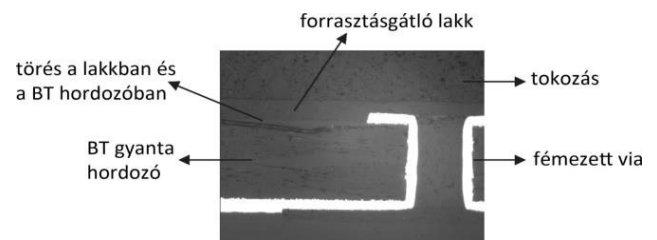


Csúcshőmérséklet:

- alacsony – nem ömlik meg a forrasz – nyitott kötés,
- magas – eléghetnek az alkatrészek.

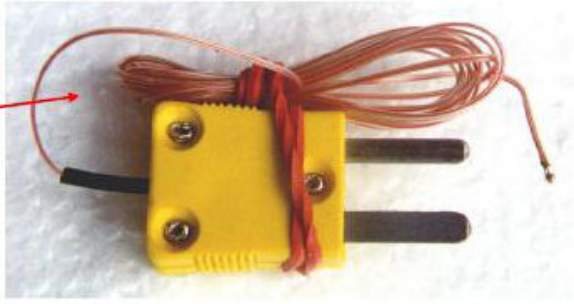
MSL – Moisture Sensitivity Level


- Meghatározza, hogy a kibontás után mennyi időn belül kell beforrasztani az alkatrészeket; be nem tartása delaminációt és törést okozhat a tokban.

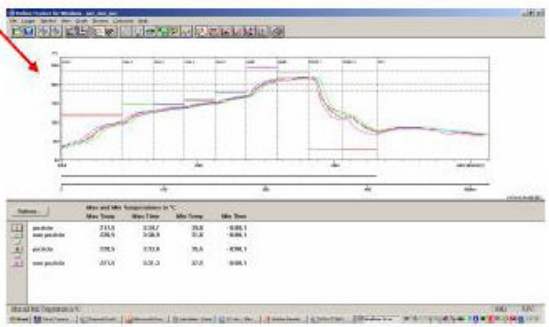


4/4. Ismertesse a hőprofil mérésére szolgáló eszközöket!

Hogyan érdemes rögzíteni a hőelemeket a BGA tokozású alkatrészek kivezetéseire?

hőelem → 

adatregzítő + hőálló doboz → 

adatfeldolgozó software → 

	Min Temp	Max Temp	Min Time	Max Time
padlock	233.0	238.7	20.8	4086.1
chip package	236.0	238.8	11.0	4086.1
airflow	198.3	193.8	76.9	4086.1
chip package	237.5	238.2	10.8	4086.1

Hőelemek a bump-ok között: Egyszerű felhelyezés - Pontatlan mérés

Hőelemek forrasztása a bump-ba: Bonyolult felhelyezés - Pontos mérés

4/5. Ismertesse a szelektív hullámforrasztási eljárásokat (keretes, bélyeges, kéményes)! Mi a keretes hullámforrasztás jellemző hibája?

Szelektív hullámforrasztás:

A felületszerelt és furatszerelt alkatrészeket egyaránt tartalmazó áramkörök esetén a felületszerelt alkatrészeket újraömlesztéses forrasztási technológiával, a furatszerelt alkatrészeket pedig valamilyen szelektív forrasztási technikával kötik be. A szelektív forrasztásnál a forrasztóanyag csak a furatszerelt alkatrészek kivezetéseit éri. Legelterjedtebb szelektív forrasztási technikák:

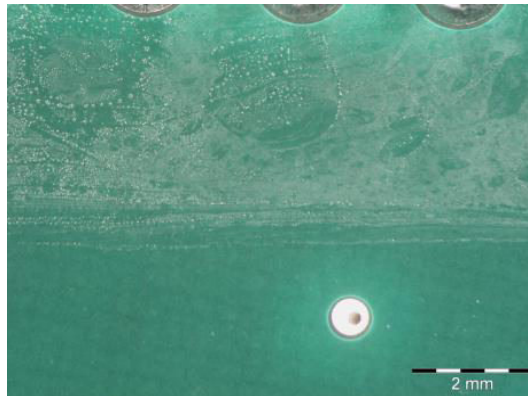
- keretes szelektív hullámforrasztás
- bélyeges forrasztás
- kéményes szelektív hullámforrasztás

Keretes szelektív hullámforrasztás: a forrasztást hagyományos hullámforrasztó berendezéssel végzik, szerelőlemez alján lévő felületszerelt alkatrészeket fém maszkkal védik, melyen ablakokat alakítanak ki a furatszerelt alkatrész kivezetéseinek megfelelően.

Hibája:



Visszamaradó szennyeződések; forrasztó és folyasztószer maradvány



A forrasztókeret ablakainak éleinek megfelelően folyasztószer maradványok figyelhetők meg

Bélyeges szelektív hullámforrasztás:

A bélyeges forrasztáshoz olyan forrasztószerszámot alkalmazunk, mely a szerszámtestre erősített bélyegeket (apró vályúkat) tartalmaz. A szerszámtest a bélyegekkel együtt olvadt forraszt tartalmazó kádba merülve helyezkedik el. A forrasztás során a szerszámtest a bélyegekkel együtt kiemelkedik a forrasztófürdőből. A bélyegek a rajtuk kialakított mélyedések segítségével olvadt forrasztóanyagot emelnek ki a kádból, melyet az áramkör kontaktus felületeihez érintünk, és így létrejön a forrasztandó kötés.

Kéményes hullámforrasztás:

Speciális forrasztófejjel pontszerű forrasztóhullámot állítunk elő. Ezt a pontszerű forrasztóhullámot a forrasztási helyek alá pozícionálva, kivezetőnként létrehozunk a forrasztott kötések. Előzetesen a folyasztószer felvitele és az előmelegítés történhet ugyanabban a berendezésben.