

1. Definiálja a hőtágulási együttható és az üvegesedési hőmérséklet fogalmát áramköri hordozók esetére.

- Hőtágulási együttható
Coefficient of Thermal Expansion (CTE)

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right) \quad \alpha = \frac{l - l_0}{l} \frac{1}{\Delta T}$$
$$[\text{ppm}/^\circ\text{C}], \left[\frac{\mu\text{m}}{\text{m}} \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}} \right]$$

- Vezetőpályák négyzetes ellenállása
 $R_{sq} [m\Omega]$
- Hővezetési képesség $[W/mK]$
- T_g – üvegesedési hőmérséklet
- Ár

A T_g üvegesedési hőmérséklet (glass transition temperature) az a hőmérséklet, melynél az amorf szilárd testek, mint pl. üvegek, polimerek anyagi tulajdonságai nagy mértékben változnak:

- rugalmasság
- térfogat
- Young modulus
- százalékos megnyúlás mértéke törésig

2. Ismertesse a nyomtatott huzalozású hordozók mintázatának kialakítási alapelveit, ismertesse a szerelhetőre tervezés alapjait.

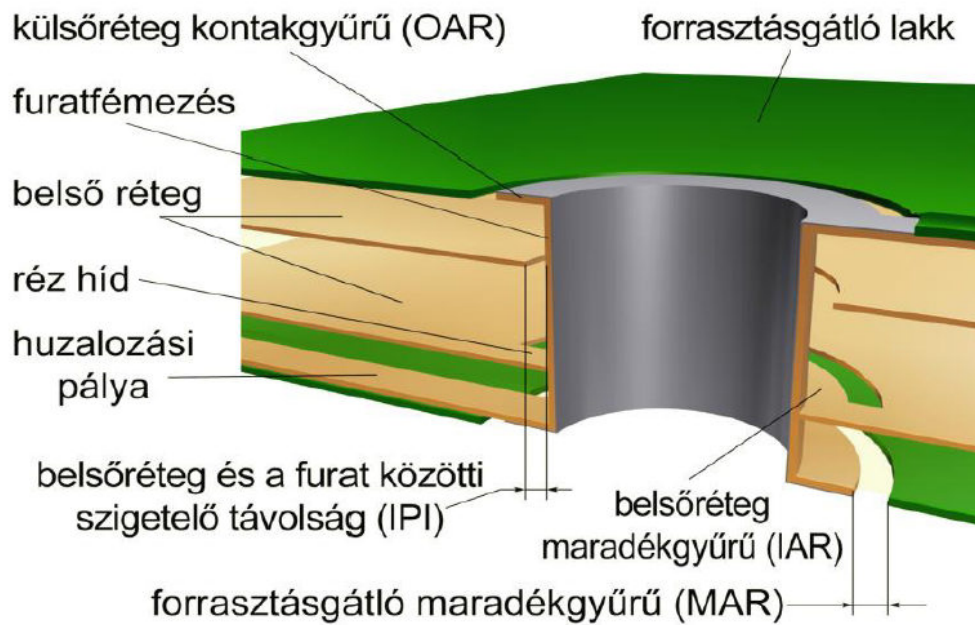
Áramköri mintázat-kialakítás alapelvei

- Az alkatrész forrsemek, pad-ek, csatlakozó felületek a technológiának és alkatrésznek megfelelő raszterben tervezendők (hagyományosan 2,54; SMT 1,27, v. kisebb.).
- Furatszerelt alkatrészek egy oldalon, SMT mindkettőn elhelyezkedhet
- Fésűszerű táp-föld hozzávezetés, többrétegűnél a belső rétegek táp-föld fólia kialakítása.
- Indokolatlan nagy, összefüggő felületek kerülendők (forrasztáskor hőelvonók).
- A huzalozás tervezésénél az éles sarkok, csúcsok kerülendők.

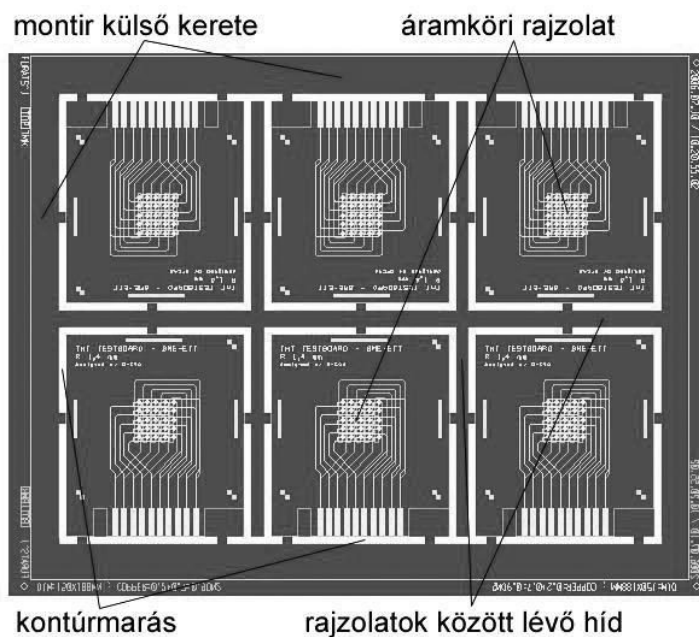
Design for Assembly – Szerelhetőre tervezés

- Csökkentsük az alkatrészek számát a funkciók integrálásával.
- Ne temessünk el fontos alkatrészeket (IC-ket).
- Az alkatrészek közé tervezzünk elegendő távolságot, azért, hogy könnyen be lehessen ültetni. (Főleg kéziszerelés esetén)
- A szerelést végző berendezések között szállítószalagok továbbítják a hordozót, ezért ne tervezzünk alkatrészt túl közel a hordozó széléhez.
- Két alkatrész rajzolatát ne tervezzük túl közel a rövidzár veszélye miatt.
- A polaritással rendelkező alkatrészek lehetőleg azonos irányban álljanak.
- A forraszpasztta felvitelére szolgáló stencilt úgy tervezzük, hogy a lehető legjobban megelőzze a forrasztási hibák kialakulását (forraszhíd, forraszgolyó-képződés).

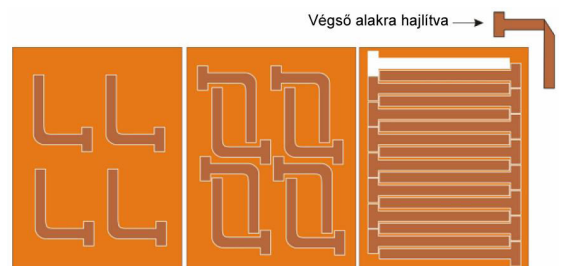
3. Részletesen mutasson be rajzokkal egy furatszerelésre alkalmas 4 rétegű szerelőlemez felépítését.



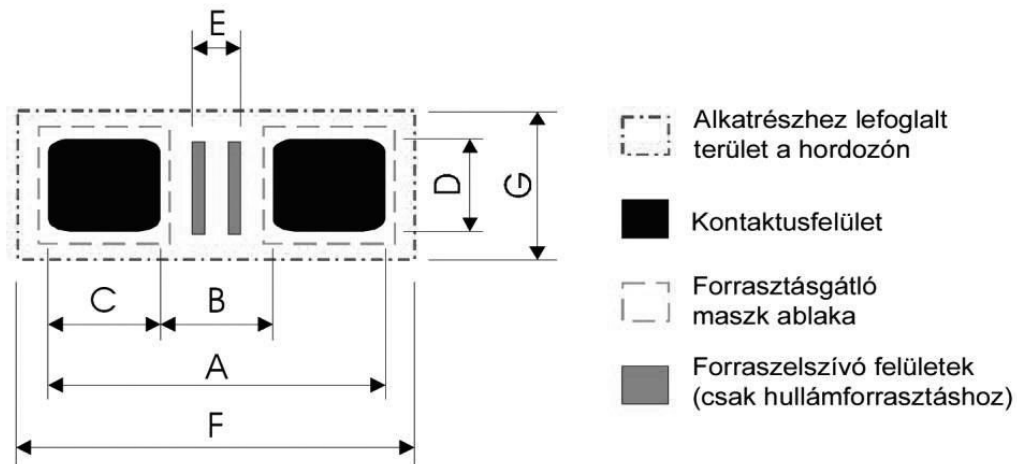
4. Mutasson be rajzzal részletezve egy montírozott áramkört.



Vagy hajlékony hordozó esetén:



5. Mutasson be rajzzal részletezve egy felületszerelt, chipméretű diszkrét passzív alkatrészhez alkalmas szerelőlemez-rajzolatot.



6. Ismertesse az illesztést segítő ábrák (fiducial) tervezési irányelveit.

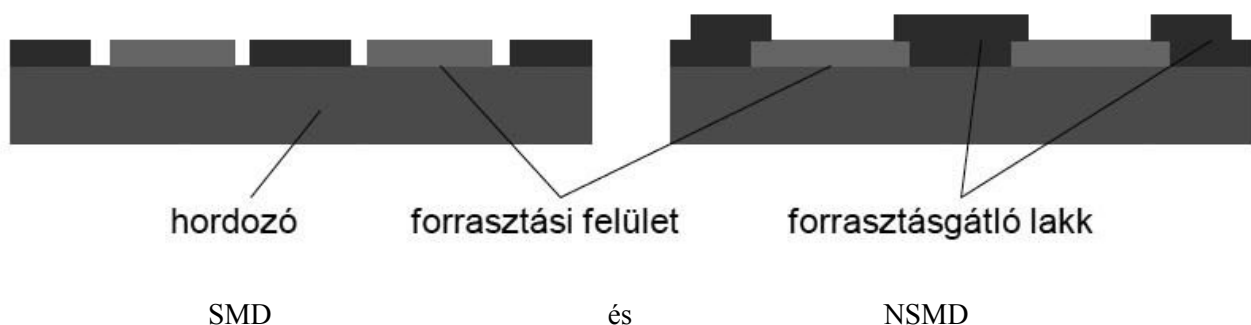
Lokális segédábrák (local fiducials):

- Lokális segédábrákat kell alkalmazni azoknál az IC-knél, amelyeknek raszter-osztása kevesebb, mint 0,63mm.
- Legalább két segédábrát kell alkalmazni az alkatrész két átlellenes sarkában.
- A segédábra minimális átmérője 1mm, toleranciája 25µm.
- A forrasztásgátló maradékgyűrű ajánlott átmérője a segédábra átmérőjének a kétszerese, minimum 2mm.
- A maradékgyűrű alatt a belső rétegeken lévő huzalozás megzavarhatja a pozicionálást, mert az is látható a kamerával.

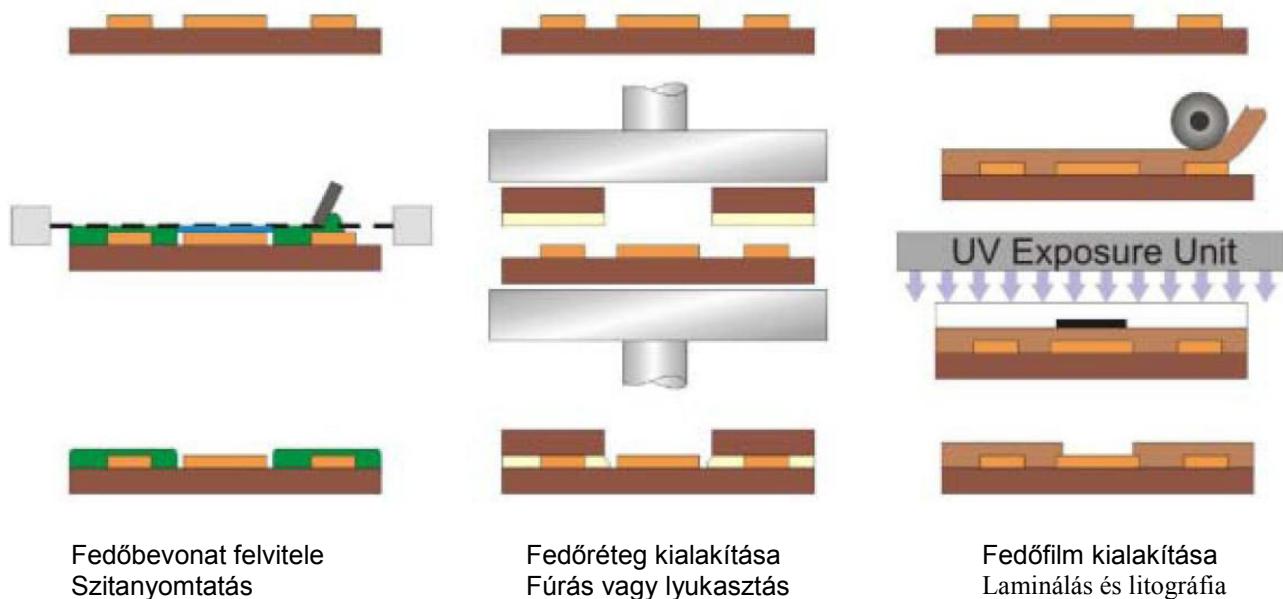
Globális segédábrák:

- Legalább három globális segédábra alkalmazása ajánlott, a hordozó lehető legtávolabbi pontjain, annak érdekében, hogy korrigálva legyen az összes nemlineáris torzulás (X-Y nyúlás, X-Y méreteltérés, csavarodás).
- A hordozó mindkét oldalára szükséges segédábra, amennyiben az áramkör kétoldalas.
- A globális segédábrák legalább 5mm-re legyenek a hordozó szélétől.
- A segédábra minimális átmérője 1mm, toleranciája 25µm, a maximális átmérője 3mm.
- A forrasztásgátló maradékgyűrű minimális átmérője a segédábra átmérőjének a kétszerese, ajánlott a segédábra átmérőjének háromszorosa.
- A maradékgyűrű alatt a belső rétegeken levő huzalozás megzavarhatja a pozicionálást, mert az is látható a kamerával.

7. Ismertesse az SMD (Solder Mask Defined) és az NSDM (Non Solder Mask Defined) forrasztásgátló kialakítási módokat.

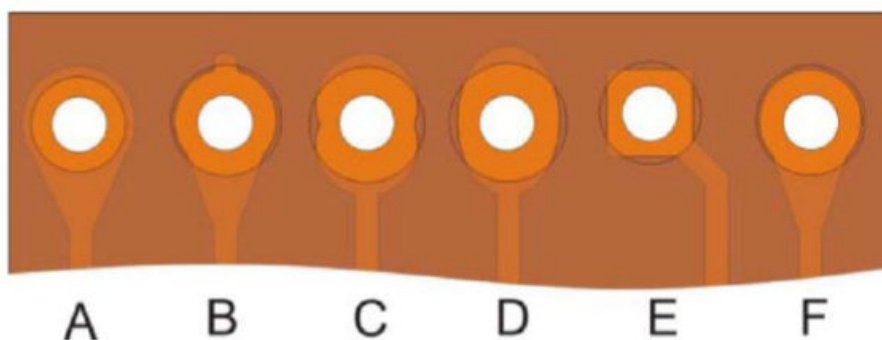
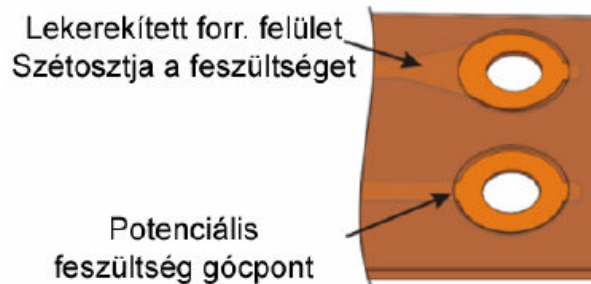


2/1. Ismertesse a hajlékony hordozók huzalozás védelmének lehetőségeit



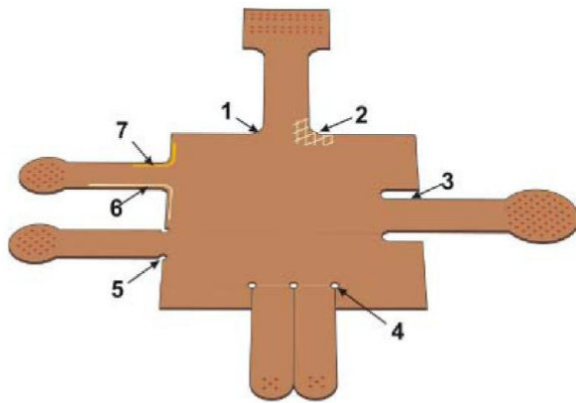
2/2. Mutassa be a forrasztási felületek és azok csatlakozásainak tervezési irányelveit hajlékony hordozójú áramkörök esetére

A furat átmérőjéhez képest 2-2,5x nagyobb átmérőjű forrasztási felület ajánlott különösen az egyoldalas áramkörök esetén.



Forrasztási felületek és azok csatlakozásai

2/3. Ismertesse a hajlékony hordozók sarkairól kiinduló szakadásokat megakadályozó módszereket, kialakításokat

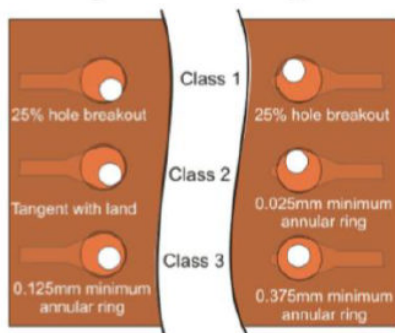


1. lekerekített sarok
2. beágyazott üvegszövés
3. bemetszés a saroknál
4. furatok a feszültségpontokban
5. sarokba fúrt furatok
6. beágyazott aramid szál
7. hozzáadott réz a sarkokban

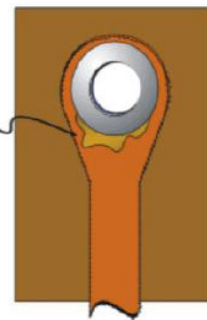
2/4. Ismertesse a hajlékony hordozók hibajelenségeit beleértve a hőterheléses vizsgálat hatására kialakuló hibajelenségeket is.

Flexibilis hordozók hibajelenségei:

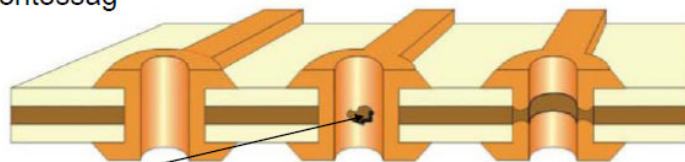
Fémezett furat Nem fémezett furat



Forrasz a fedő-
réteg alá kúszik
a rézréteg bevo-
nása közben



Fedőréteg illesztési pontosság



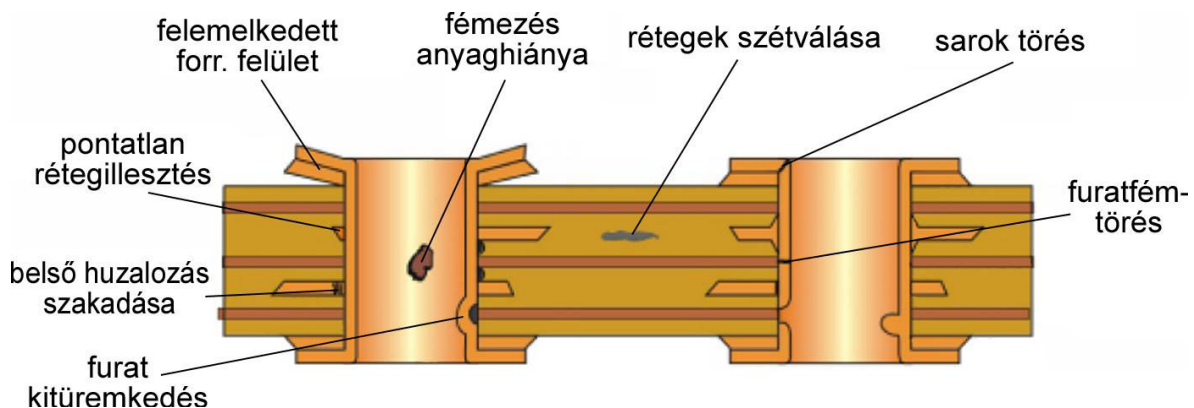
Anyaghiány a furatfémezésben

Javasolt

Elfogadható

Nem elfogadható

Hőterheléses vizsgálat hatására bekövetkező hibajelenségek:



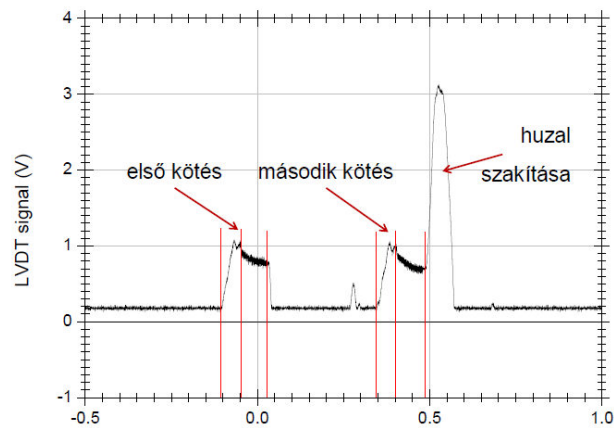
A hordozót 289 °C-os forraszba mártják 10 másodpercre, és azután megvizsgálják.

3/1. Ismertesse az ultrahangos huzalkötési technológia folyamatparamétereit és a kötési folyamat monitorozásának lehetőségét

Folyamatparaméterek:

- Kötési erő ($n \cdot 1 \text{ N}$)
- Rezgetés amplitúdója ($n \cdot 1 \mu\text{m}$)
- Ultrahang rezgetés hossza (csökkentik amíg még tapad; $\sim 50\text{-}100 \text{ ms}$)
- Rezgetés frekvenciája ($\sim 120 \text{ kHz}$)
- Kötőfej fékezési úthossza

monitorozása:

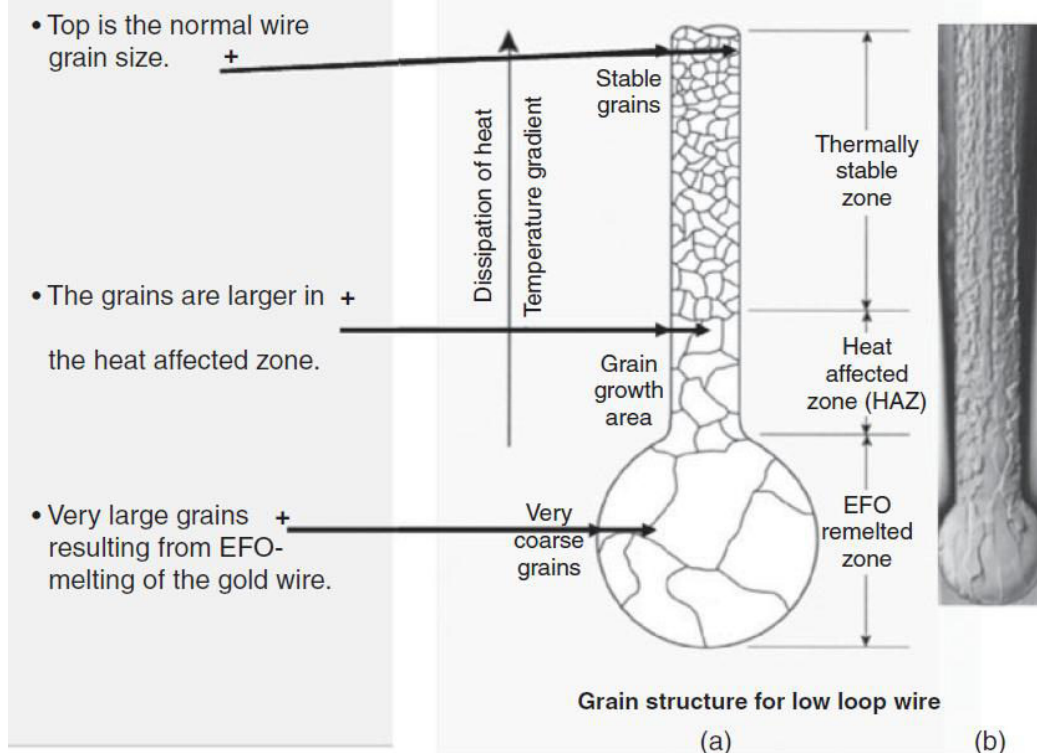


3/2. Ismertesse a termoszonikus huzalkötési technológia folyamatparamétereit valamint a hő által befolyásolt zóna (HAZ) fogalmát a golyóformálás esetére

Folyamatparaméterek:

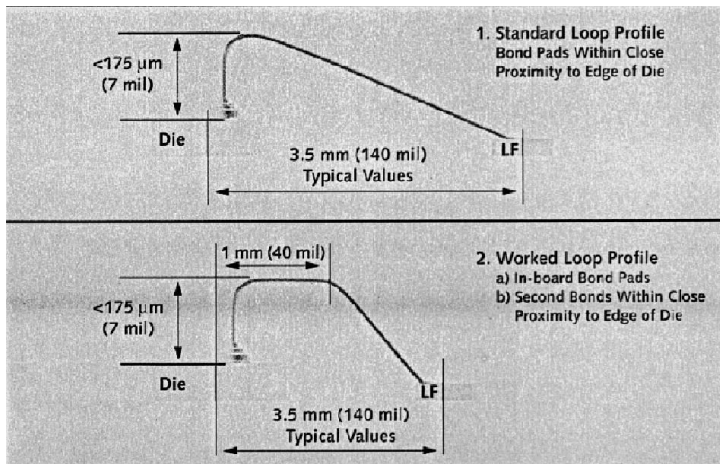
- Kötési erő ($n \cdot 100 \text{ mN}$)
- Ultrahang rezgetés amplitúdója kisebb mint UH-nál ($n \cdot 0.1 \mu\text{m}$)
- Ultrahang rezgetés hossza (csökkentik amíg még tapad $\sim 10 \text{ ms}$)
- Rezgetés frekvenciája ($\sim 10 \text{ kHz}$)
- Hordozó hőmérséklete ($\sim 120 \text{ }^\circ\text{C}$)

Hő által befolyásolt zóna:

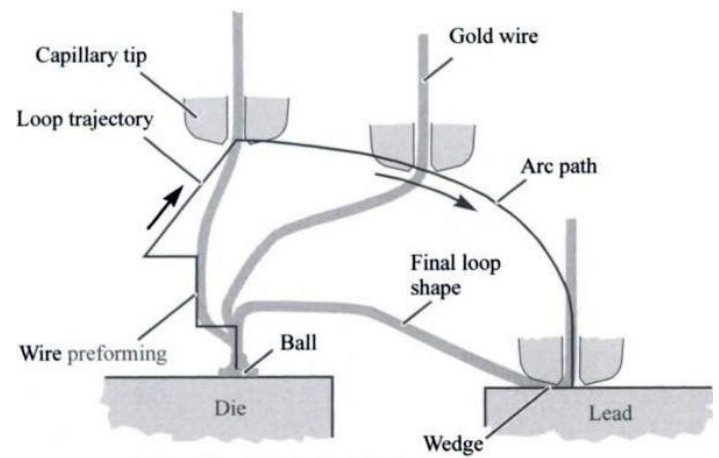


3/3. Ismertesse a mikrohuzal kötések hurokprofil típusait valamint az alacsony hurokprofilú mikrohuzalkötések készítési folyamatát.

Huzalkötések hurok profiljai



Alacsony profilú hurokkészítés

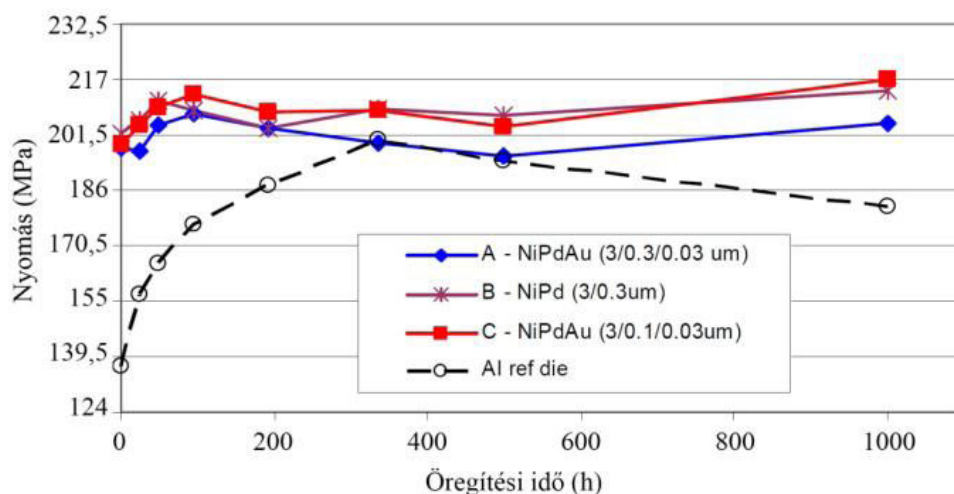
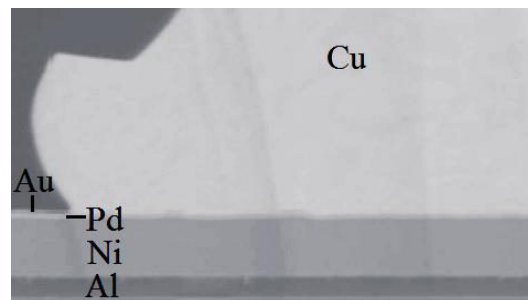
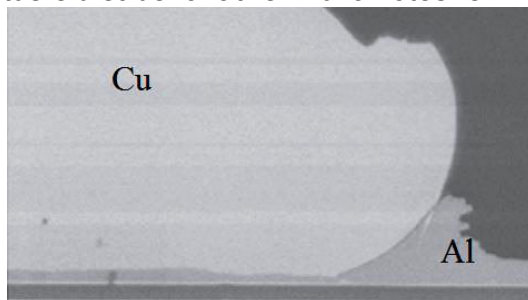


3/4. Ismertesse a réz mikrohuzalkötések technológiáját. Milyen technikai nehézségei vannak a réz huzalok alkalmazásának és milyen kontaktusfelület bevonat ajánlott a réz huzalokhoz?

Újabban előtérbe kerül a réz alkalmazása a szeletszintű technológiáknál is. Előnye az olcsósága és nagyon jó vezetőképessége, **hátránya a keménysége.**

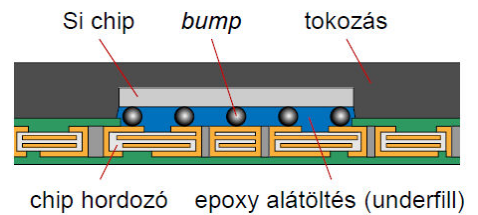
Huzal anyaga	Kialakított golyó keménysége	Max. kötési erő alkalmazása után	Min. kötési erő alkalmazása után
Arany	60 HV	84 HV	60 HV
Réz	86 HV	125 HV	95 HV

Kontaktusfelület bevonat réz huzalkötéshez:



4/1. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a flip-chip szerkezeti felépítését

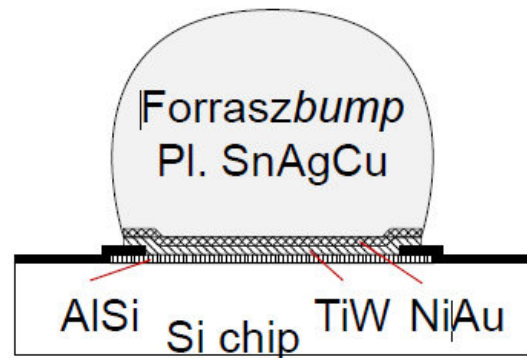
A Flip-Chipeket **aktív felületükkel a chip hordozó felé** (face down) ültetjük rá. A chip kontaktus felületein vezető anyagból készített **bump-ok (golyószerű kivezetések)** állnak ki. A Flip-Chipek bekötése a chip hordozón kialakított kontaktus felületek és a bump-ok villamos összekötését és egyben mechanikus rögzítését jelenti. Lehetőség van a **2. szintű összeköttetés elhagyására**, és a Flip-Chip közvetlen bekötésére a szerelőlemezre (FCOB – Flip-Chip on Board)



4/2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a flip-chipekben alkalmazott aláfémmezési (UBM) struktúrát

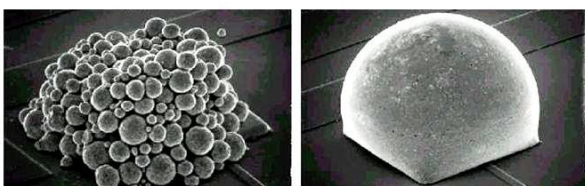
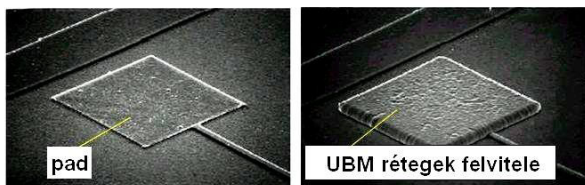
A chip kontaktus felületeire (pad-jeire) a bump **megtapadása (nedvesítése)** érdekében vékonyréteg szerkezetet visznek fel. **UBM = Under Bump Metalization. Az UBM rétegszerkezete:**

Réteg	Olcsó (SnPb)	Drága (LF)	~vast. [μm]
<i>AlSi kontakt réteg</i>			
Tapadó réteg	Cr	Ti / TiW	0,1
Elválasztó, köthető réteg	Cu	Ni / NiV	0,3-5
Köthető, védő réteg	Au	Au	0,1



4/3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a stencilnyomtatással, rezgőadagolással készített bumpok készítményét

Stencilnyomtatással:



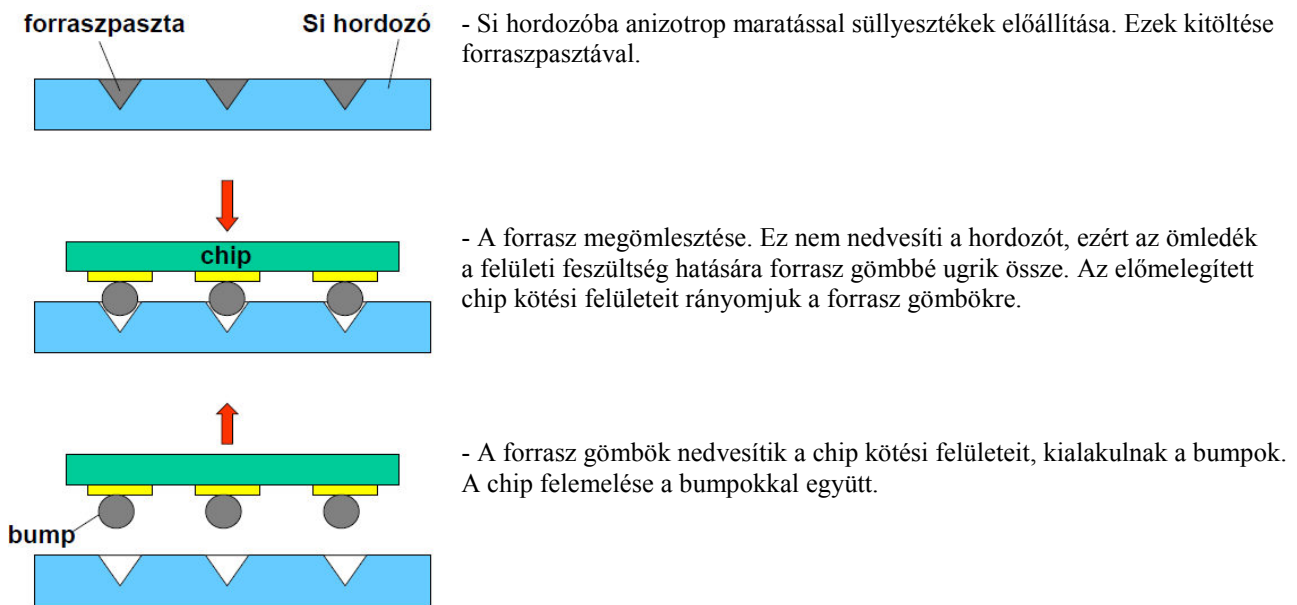
forraszpaszta felvitele forraszpaszta megömlesztése

Rezgőadagolással:



4/4. Ismertesse a transzfer eljárással készített bumpok készítményi folyamatát

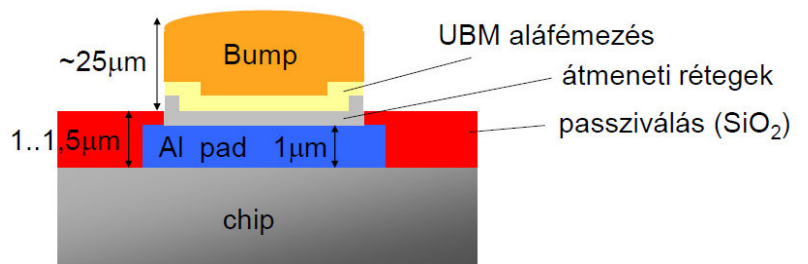
Transzfer eljárással előállított forrasz bumpok



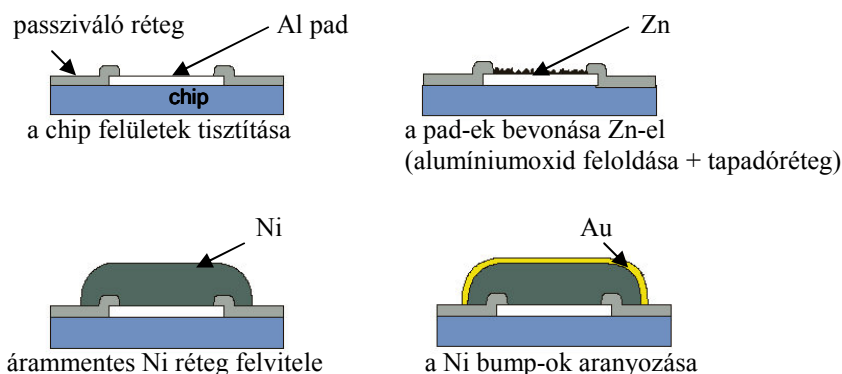
4/5. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a galvanizálással és az árammentes fémzésel készített bumpok struktúráját, anyagait és technológia lépéseit

Bump-készítés galvanizálással

1. Passzíváló réteg felvitele a szeletre CVD-vel
2. Átmeneti rétegek leválasztása a teljes felületre vákuumpárolgatással vagy katódporlasztással
3. Fotoreziszt felvitele és előhívása
4. Bumpok galvanizálása (esetleg előtte UBM galvanizálása) a fotoreziszt nélküli helyekre
5. Fotoreziszt eltávolítása
6. Átmeneti rétegek lemaratása a bumpok közötti területről.

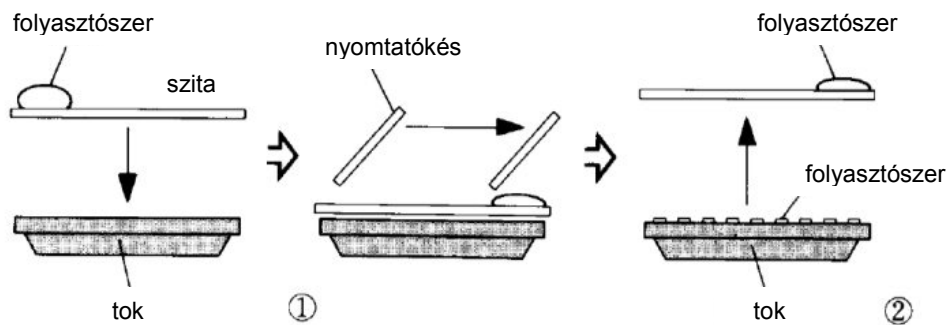


Árammentes rétegfelvitellel előállított bump



4/6. Ismertesse a tokozott alkatrészeken lévő bumpok készítemi szekvenciáját.
Bumpok készítése tokozott integrált áramkörökre (BGA)

Folyasztószer felvitele szitanyomtatással



Folyasztószer felvitele cseppdagolással

