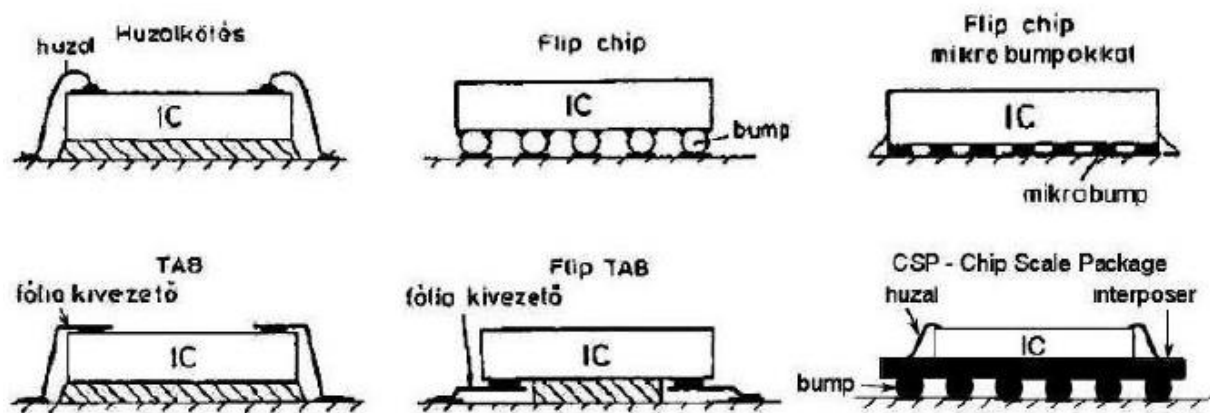


21. Chipek beültetése

21-1. Sorolja fel, és ábrán is szemléltesse a chipek négy legfontosabb beültetési és bekötési technikájának elvét

1. Chip: közvetlen ráragasztása a hordozóra és bekötése huzallal
2. Flip chip: a kivezető felületeken „bump”-ok, fordított helyzetű bekötés
3. TAB (Tape Automated Bonding): szalagra szerelt fóliakivezetős chip, könnyen automatizálható bekötés
4. CSP: az „interposer” szétosztja a kivezetéseket a teljes felületre

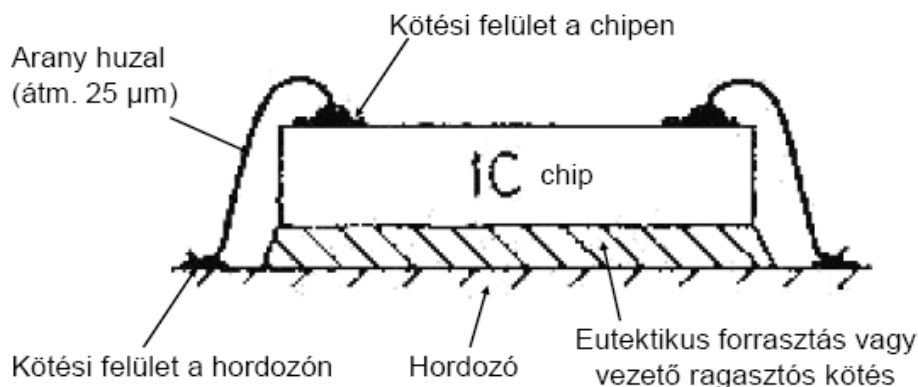


21-2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a mikrohuzalkötést alkalmazó chip-and-wire chipbeültetési technológiát

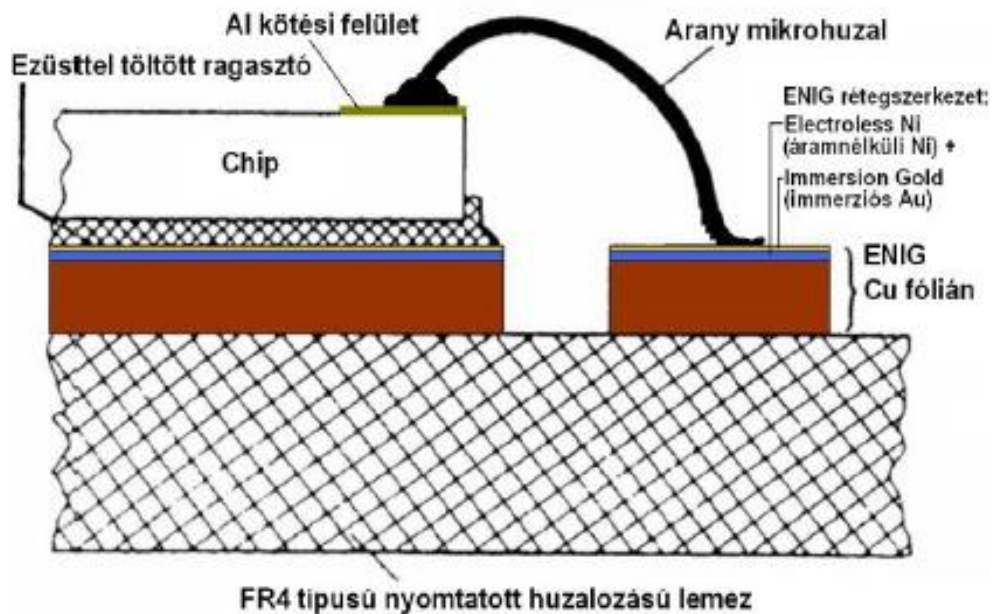
A chip közvetlen ráforrasztása vagy ráragasztása a hordozóra és bekötése huzallal. A chip rögzítési (back bonding = hátoldali bekötési) módszerei: ragasztás, forrasztás, eutektikus (Si-Au) forrasztás.

Chip-and-wire technológia: beültetés után mikrohuzalkötés:

$d = 25.4 \mu\text{m} = 1 \text{ mil}$ arany (Au) huzallal



A termokompressziós mikro huzalkötés szerkezete

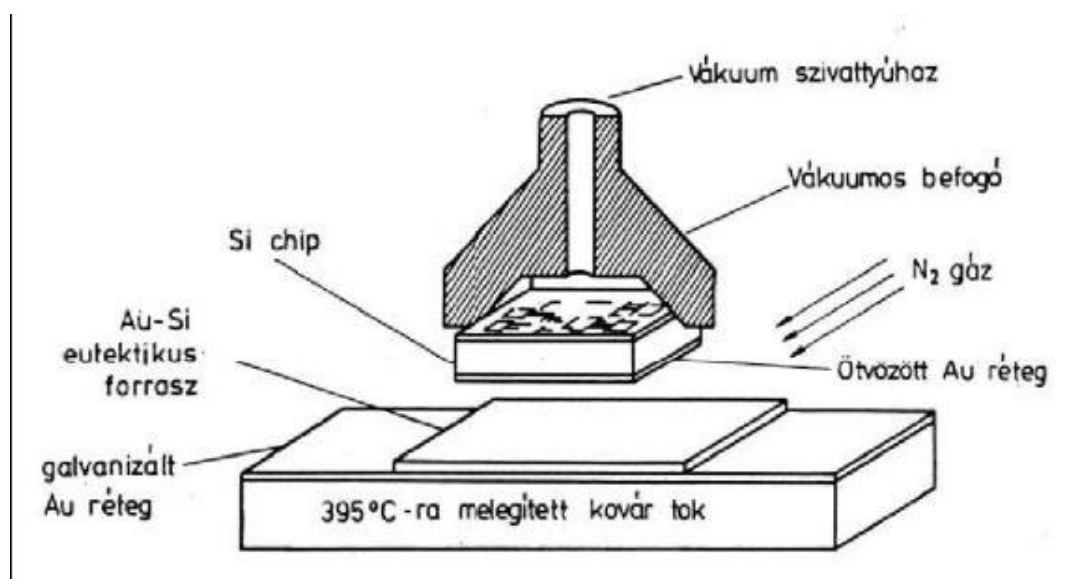


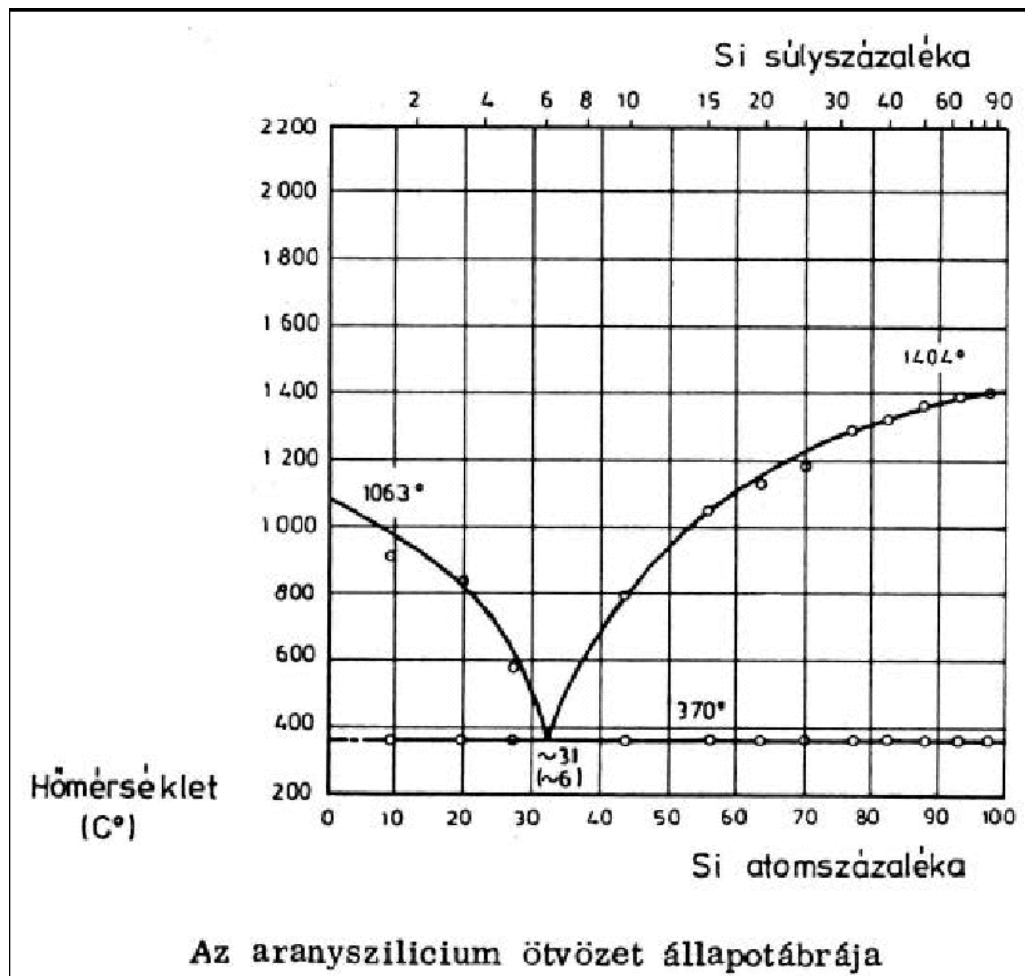
21-3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse az eutektikus kötés készítési módját és az Au-Si ötvözet állapotábráját

Az arany és a szilícium $370\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on eutektikumot képez.

A chipet N_2 atmoszférában vákuumszipesszel fogják meg és mozgatják, hogy feltörjön könnyebben az oxidréteg.

Moduláramkörökben ritkán alkalmazzák a magas hőmérsékletigénye miatt. Az eutektikus forrasztással bekötött chip nem távolítható el.



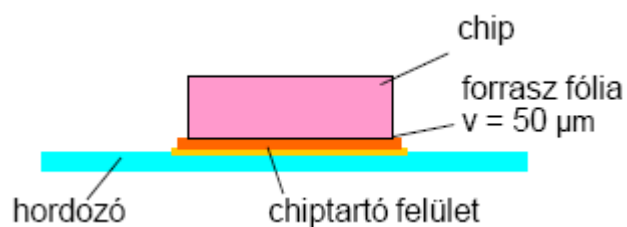


21-4. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a vezető ragasztót alkalmazó chipbekötés készítési módját

A ragasztók lehetnek szigetelők vagy vezetők.

A vezető ragasztók felosztása a vezetési tulajdonság szerint:

- izotrop (minden irányban vezet),
- anizotrop (csak a vastagsága irányában vezet).



21-5. Ismertesse a vezető és az anizotrop vezető ragasztók felépítését, fajtáit, alkalmazásait

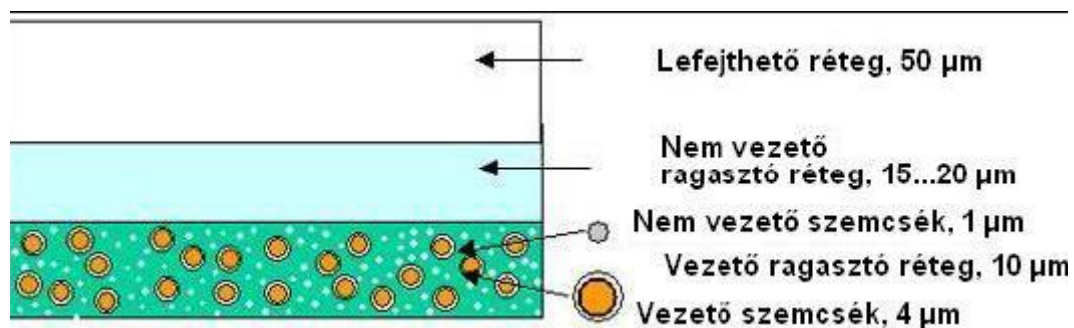
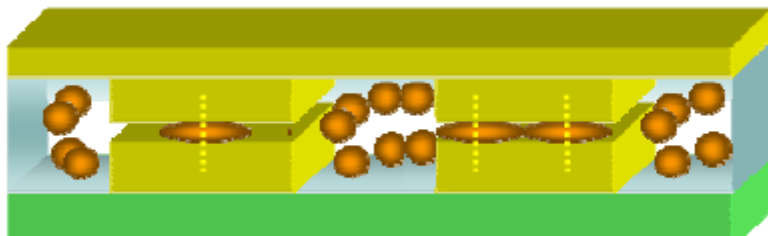
A vezetőragasztók alkotói: a műgyanta és a töltőanyag

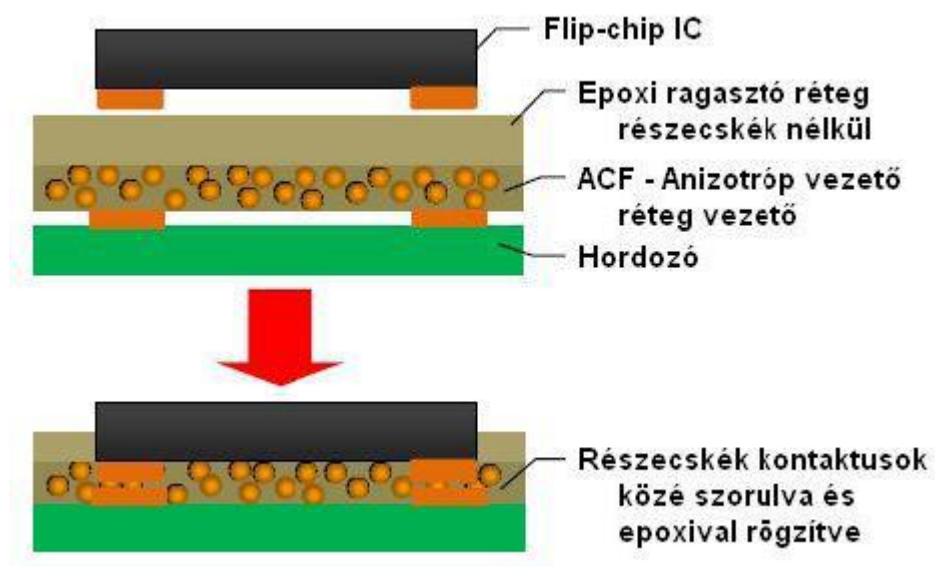
- **műgyanta** (resin)
 - epoxi 175...250 °C-ig
 - poliimid 400 °C-ig
 - hőre lágyuló műanyag (100 °C-ig)
- **töltőanyag** (filler)
 - hővezetést javító: AlN, Al₂O₃, bórnitrid, gyémánt
 - villamos vezetést javító: pehely (flake) alakú Ag, Au, Cu

Anizotrop vezető ragasztó film (ACF) szerkezete: normál állapotban szigetel, de amint összenyomják felhasad és a belső rétegek miatt vezetővé válik

A vezető golyók anyaga:

- fémréteggel bevont polimer
- nikkel golyók Au-val bevonva





Alkalmazásai:

- Flip Chip beültetése
- TAB, COG, COB, COF kötés létrehozása
- Plazma kijelző bekötéséhez

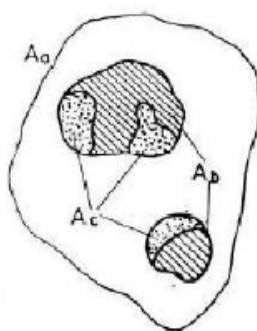
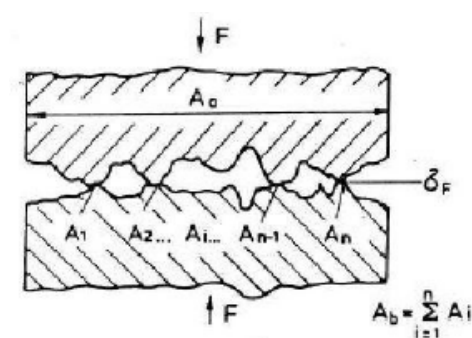
22. Mikrohuzalkötések tervezése és technológiája

22-1. Ismertesse és hasonlítsa össze a forrasztott és az érintkezés jellegű kötések tulajdonságait és méretezésük elvét:

Érintkezés jellegű kötések modellje és méretezése: csak a két érintkező anyag vesz részt a kötésben,

meghatározza a kötést:

- a nyomóerő
- a Meyer keménység
- a folyási határszilárdság
- az érintkezési ellenállás



Jelölések:

F erő

A_a látszólagos érintkezési felület

A_b nyomóerőt hordozó felület

A_c fémesen érintkező felület

H_M a Meyer-keménység

σ_f folyási határszilárdság

a az érintkező felületek sugara

R_c az érintkezési ellenállás

R_1, R_2, R_c az egyes vezetőkben

Összefüggések:

$$A_c \leq A_b \leq A_a$$

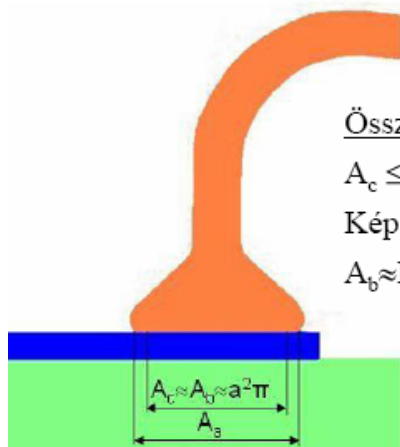
Képlékeny alakváltozásnál:

$$A_b \approx F/H_M \approx F/\sigma_f \text{ mert } H_M \approx \sigma_f$$

Ha egyetlen kör:

$$A_c \approx a^2 \pi$$

$$R_c \approx R_1 + R_2 \approx \rho_1/4a + \rho_2/4a$$

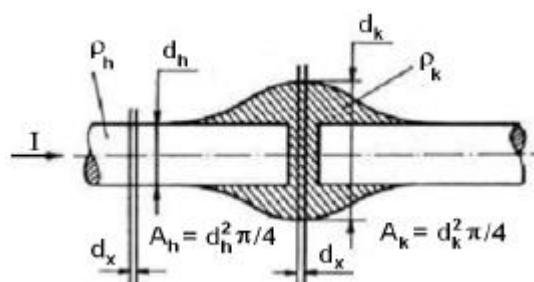


$$R_c \approx R_1 + R_2 \approx \frac{\rho_1}{4a} + \frac{\rho_2}{4a} \approx \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi \sigma_f}{4F}}$$

Forrasztott kötés méretezése és modellje: a forraszanyag létesíti a kötést, a nedvesítés, az alkatrészkivezetések forraszhatósága és a forrasztott kötés térfogata határozza meg a minőséget

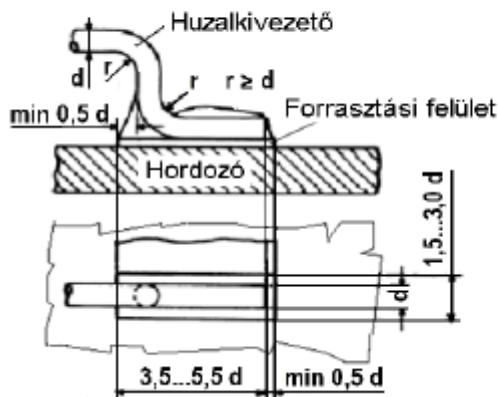
A kötés akkor jó, ha:

$$\begin{aligned} dR_k &\leq dR_h \\ \rho_k dx/A_k &\leq \rho_h dx/A_h \\ A_k &\geq A_h \rho_k / \rho_h \end{aligned}$$

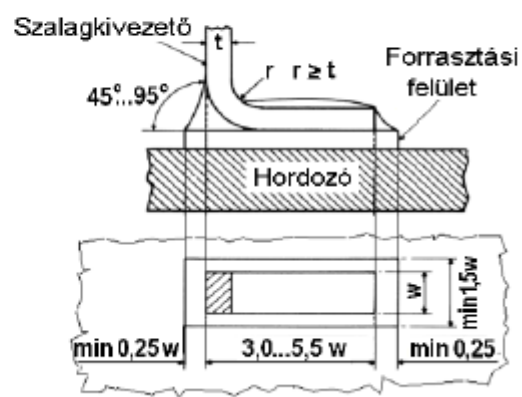


Két forrasztott kötés szabványos tervezési szabályai:

Huzal forrasztása
forrasztási felülethez

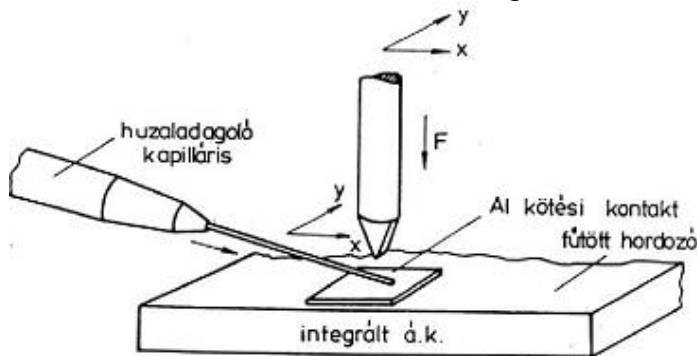


Szalagkivezető forrasztása
forrasztási felülethez



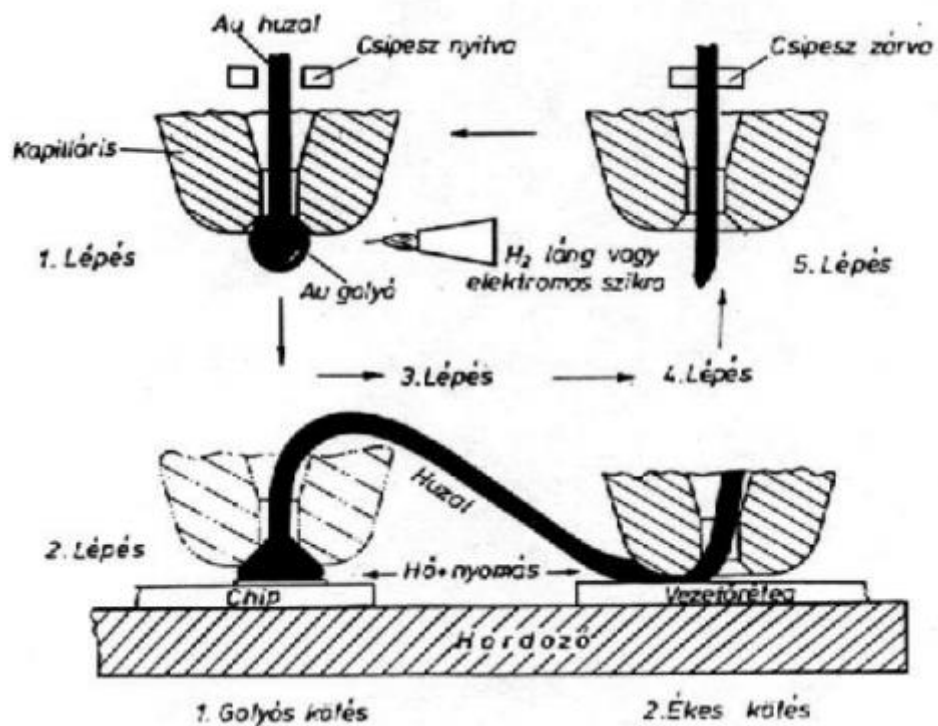
22-2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a chip-and-wire technikához is használt mikrohuzalkötési technológiát, az ékes és a golyós termokompressziós kötés elvét

Ékes kötés készítése: ék alakú tűt melegítenek fel, és azt érintik a huzalhoz

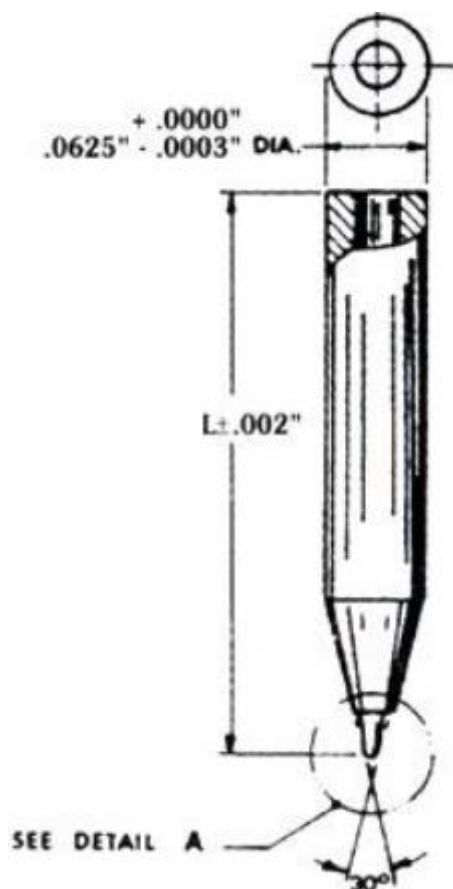


Termokompressziós kötés készítése: az Au huzalt (golyót) szelektíven melegítjük és nyomjuk a chipre, a folyamat végén csipesszel vágjuk el a huzalt

22-3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a termokompressziós kötés készítésének folyamatát és szerszámát (a kapillárist)

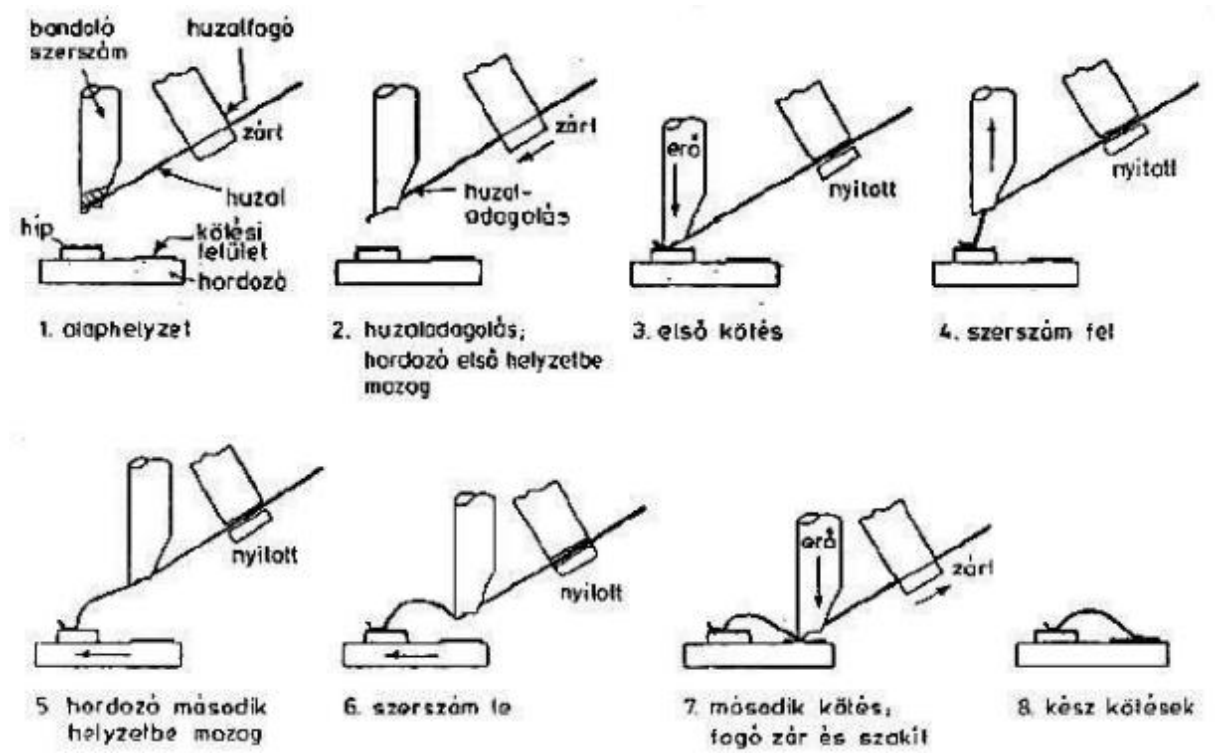


A kapilláris



Belső lesarkítás szöge: 120° vagy 90°
 Külső átmérő: 1,5 mm
 Lyuk átmérő: 1,2 x huzalátmérő
 Arculat szög: $5 \dots 10^\circ$
 Anyaga: kerámia

22-4. Ismertesse és ábrán is szemléltesse az ultrahangos kötés készítésének lépéseit, előnyeit és hátrányait a termokompressziós kötéssel szemben



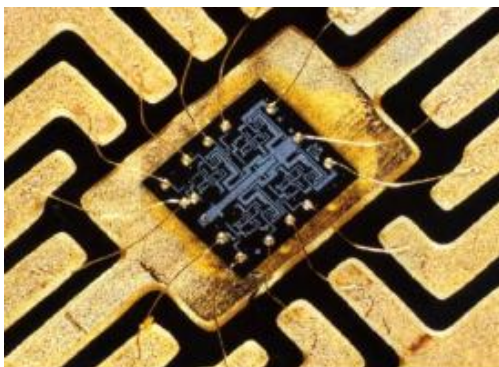
Előny: kis nyomóerőt kell kifejteni, nincs közvetlen hőközlés

Hátrány: a huzalcsatlakoztatási lehetőségek korlátozottak, rácshibák befolyásolhatják az ultrahangos kölcsönhatást

22-5. Soroljon fel példákat a mikrohuzalkötések alkalmazására, ismertesse és ábrán is szemléltesse a mikrohuzalkötések elhelyezésére és a hurok kialakítására vonatkozó követelményeket és lehetőségeket

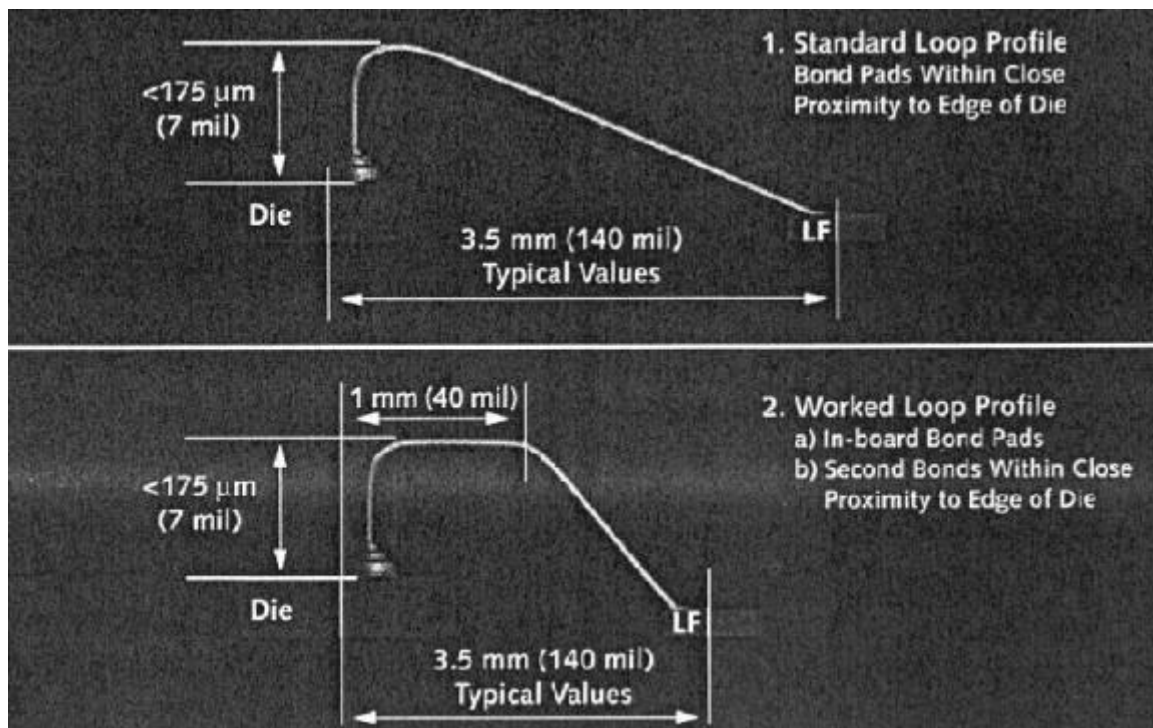
Alkalmazások:

- Vastagréteg hordozóra chip-and-wire technológiával beültetett IC chip,
- DIL tok kivezető lábrendszerére chip-and-wire technológiával beültetett IC chip->



A huzalhurok jellemző méretei:

magasság max. 175 μm , kötéstávolság tipikus értéke 3500 μm

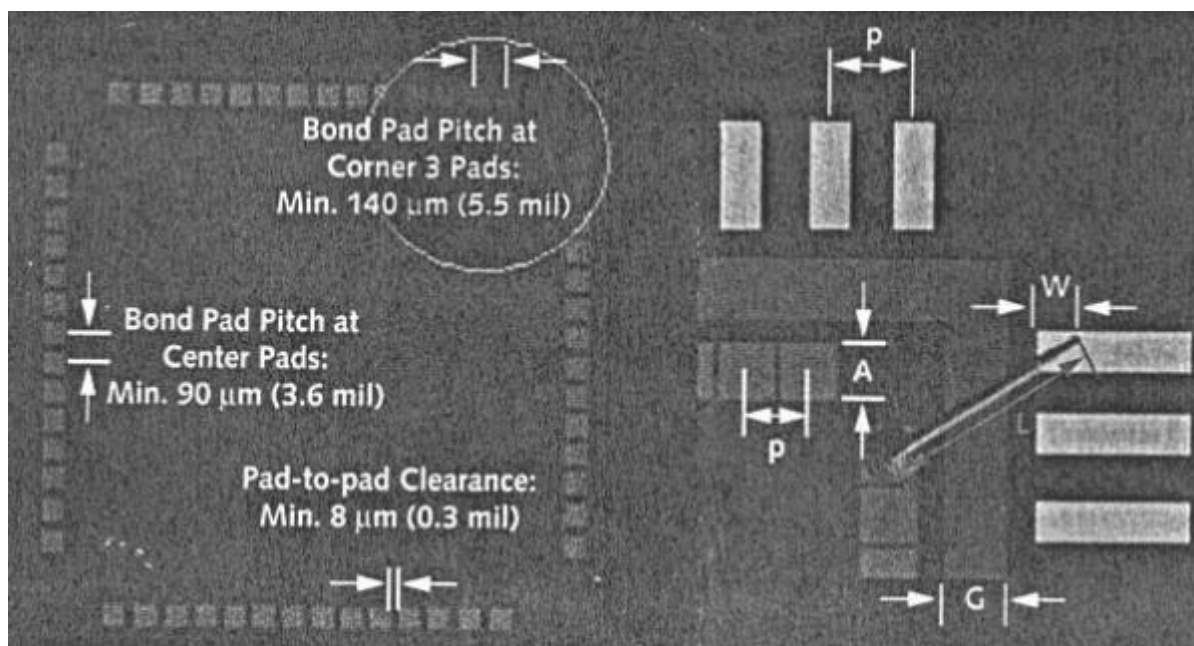


A kötési felületek jellemző méretei:

Osztástávolság - középén: 90 μm - sarokban 140 μm

Kontaktfelületek távolsága min. 8 μm

Első kontakttávolsága a sarokban min. 375 μm

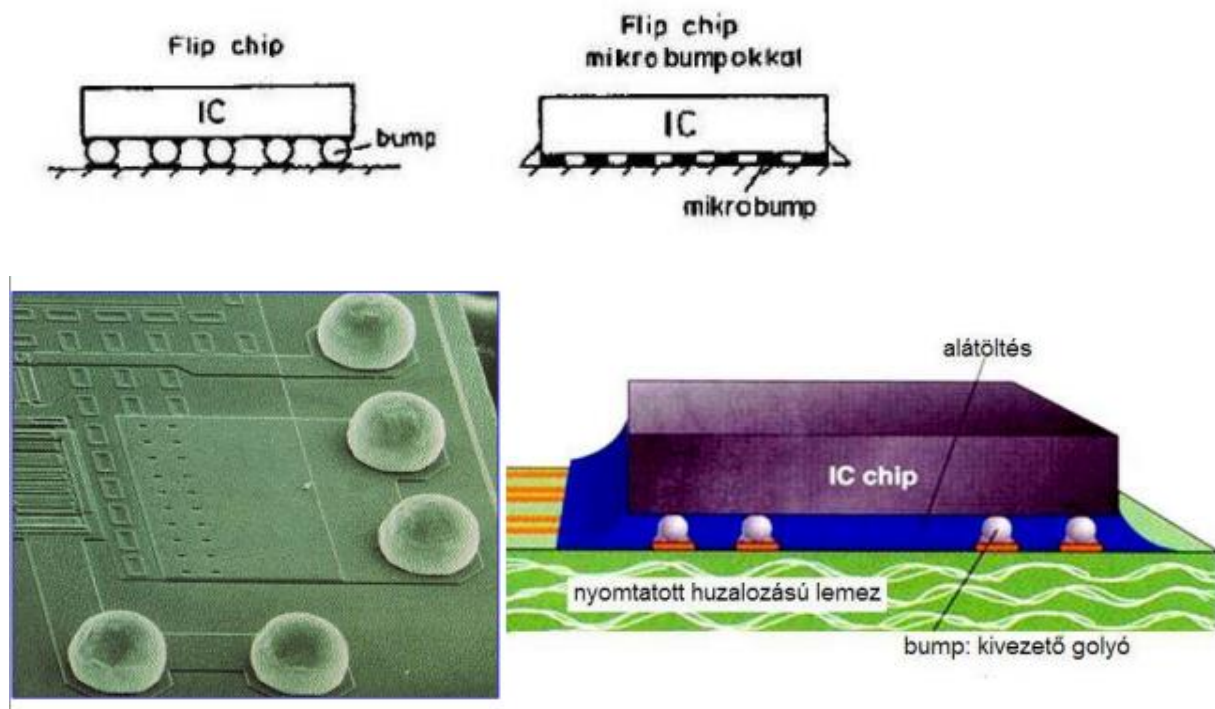


23. A flip chip és a bumpolási technológia

23-1. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a flip-chip szerkezeti felépítését és röviden ismertesse technológiáját

FC (Flip Chip) technológia:

A flip-chipek (hagyományos értelemben véve) tokozatlan IC-k. Ezeket a chipet aktív felületükkel a hordozó felé (face down) ültetjük rá a szerelőlemezre. A chip kontaktus felületein (pad-jein) vezető anyagból készített bump-ok (dudorok) állnak ki. A flip chip bekötése a hordozón (szerelőlemezen) kialakított kontaktus felületek és a bump-ok villamos összekötését és egyben mechanikus rögzítését jelenti. A bumpok a chip aktív felületén, az oldalélek mentén vagy egy négyzetrács háló metszéspontjaiban helyezkednek el.



23-2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a flip-chipekben alkalmazott aláfémezési (UBM) technológiát

2...3 féle, 0,1...3 μm vastag fémréteg felvitele vákuum-párolgatással vagy katódporlasztással.

A réteg szerkezete:

- tapadóréteg: az Al-hoz jól tapadó réteg (Ti + W, Al, Cr)
- elválasztó réteg: az Al és az Au közötti diffúziót korlátozza (W (+Ti), Ni, Ni (+V), Cu, Pd)
- köthető réteg: Ni/Au bump galvanizálására, Au golyós kötés készítésére vagy forrasz bumphoz alkalmas réteg (Au, néha Cu)

Bump szélessége: 10...50 μm
Rasztrosztás: 15...100 μm

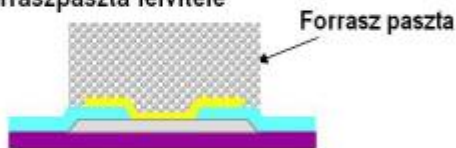
Aláfémzés (UBM) porlasztása
három rétegből: Al + NiV + Cu



Az UBM réteg megmintázása



"Előkevert" forraszpasztá felvitele



Forraszpasztá újraömlesztése



23-3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a forrasz-bumpolási technológia lépéseit és a forraszanyag felviteli lehetőségeit

A chip kontakt felületeire (pad-jeire) a golyó megtapadása érdekében vékonyréteg szerkezetet visznek fel:

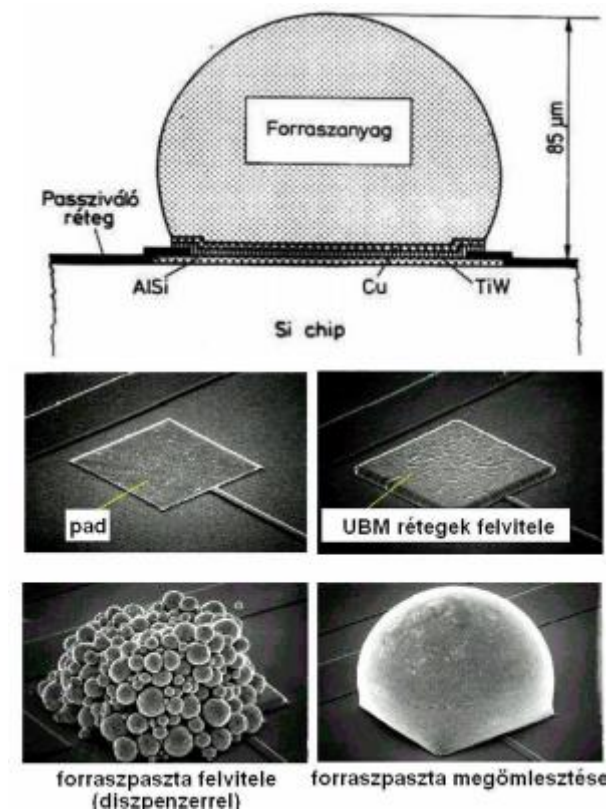
UBM = Under Bump Metalization; Bump = golyóalakú kivezető (dudor)

Az UBM rétegszerkezete:

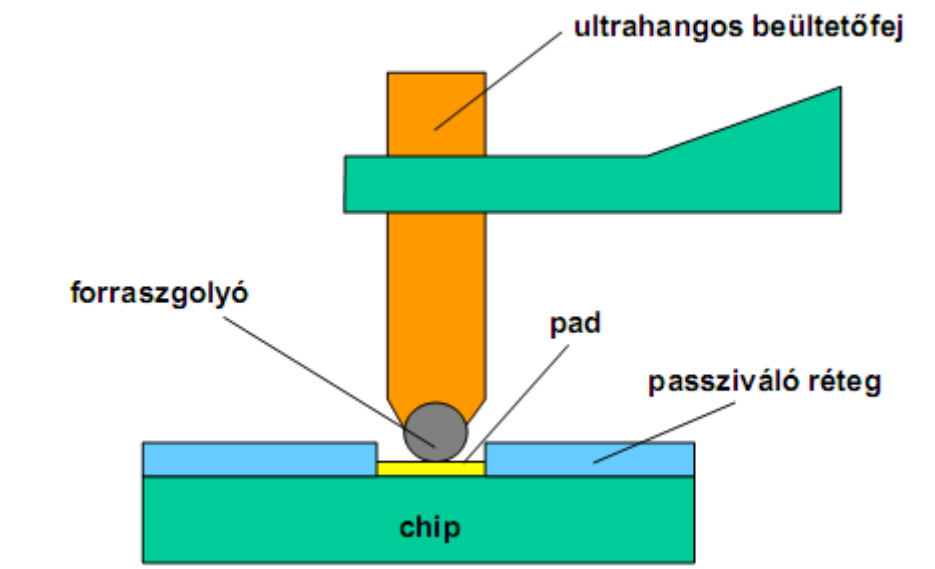
- AlSi kontakt réteg
- tapadó réteg (Cr, Ti, TiW, Al, ...)
- elválasztó réteg (Ni, NiV, Cu, Pd)
- köthető réteg (Au, Cu)

A bump-ok anyagválasztéka:

- forrasz (SnAgCu, Sn vagy SnPb)
- vezető ragasztó (Ag por + epoxi)
- képlékeny fém (forrasz, Au, Sn)



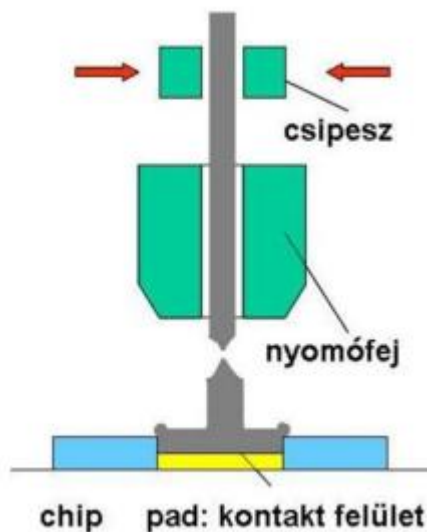
Forraszgolyók felvitelével készített bumpok: kevés számú I/O kivezetővel rendelkező IC-hez és viszonylag nagyméretű bumpoknál használatos



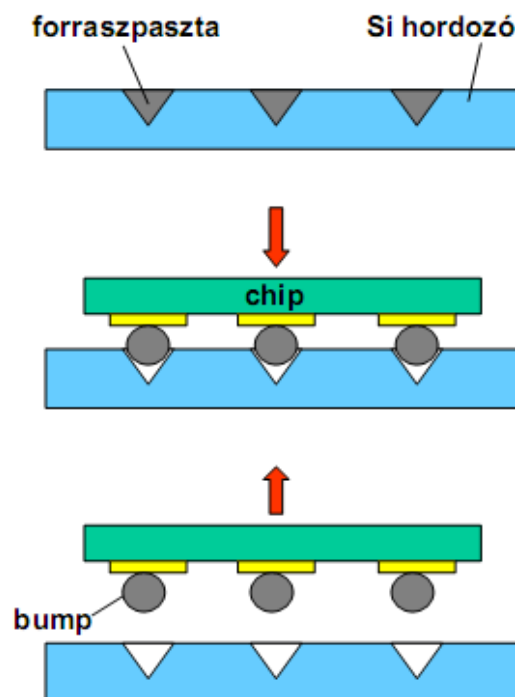
Forrasz bumpok előállítása mikro huzalkötéssel

A huzal végére a golyót ívkisüléssel (300-900 V), formáló gázban (95%Ar és 5%H₂) készítik. A chip-et 185 C°-ra előmelegítik. A ~30 μm-es forrasz-huzalt termoszonikus kötéssel rögzítik. Egyedi chip-ekre is kialakíthatók bumpok.

Forraszhuzal anyagok: Al pad-hez 97Sn3Ag; Au pad-hez 60Pb40Sn



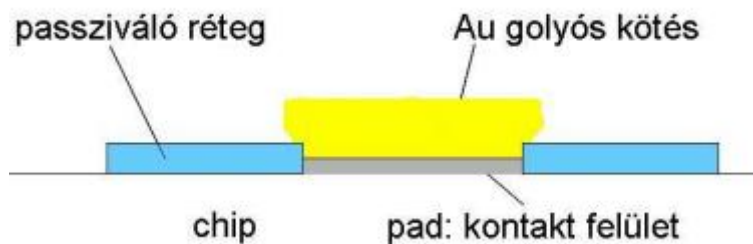
Transzfer eljárással előállított forraszbumpok



- Si hordozóba anizotrop maratással süllyesztékek előállítása. Ezek kitöltése forraszpasztával.
- A forrasz megömlesztése. Ez nem nedvesíti a hordozót, ezért az ömledék a felületi feszültség hatására forrasz gömbbé ugrik össze. Az előmelegített chip kötési felületeit rányomjuk a forrasz gömbökre.
- A forrasz gömbök nedvesítik a chip kötési felületeit, kialakulnak a bump-ok. A chip felemelése a bumpokkal együtt.

Golyós huzalkötéssel készített arany bumpok:

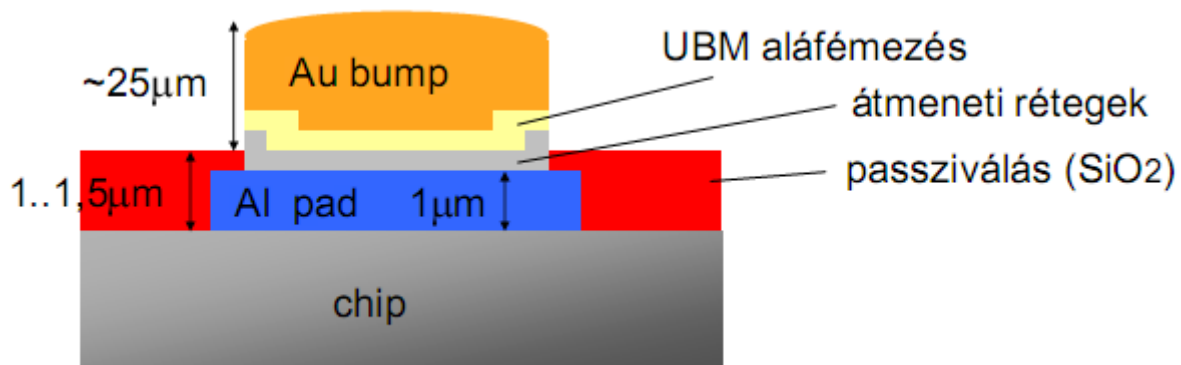
Nincs szükség UBM rétegre a chip kontaktus felületein. Termoszonikus mikrohuzalkötéssel Au golyós kötést készítenek az Al kontaktus felületre, majd a huzalt töben elszakítják. Esetenként a golyós kötésre letűző kötés készítenek, így magasabb bumpot kapnak. Síklapú szerszámmal a bumpokat egyforma magasságúra sajtolják. A flip-chipeket termoszonikus eljárással vagy vezető ragasztással lehet bekötni a szerelőlemezre.



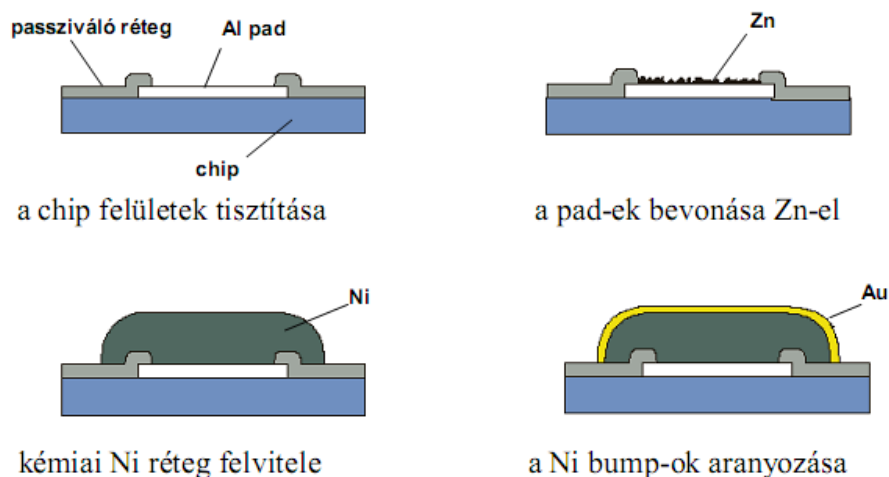
23-4. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a galvanizálással és az árammentes fémzéssel készített bumpok struktúráját, anyagait és technológia lépéseit

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 (UBM és arany réteg) a fotoreziszt nélküli helyekre
5. Fotoreziszt eltávolítása
6. Átmeneti rétegek lemaratása a bumpok közötti területről.



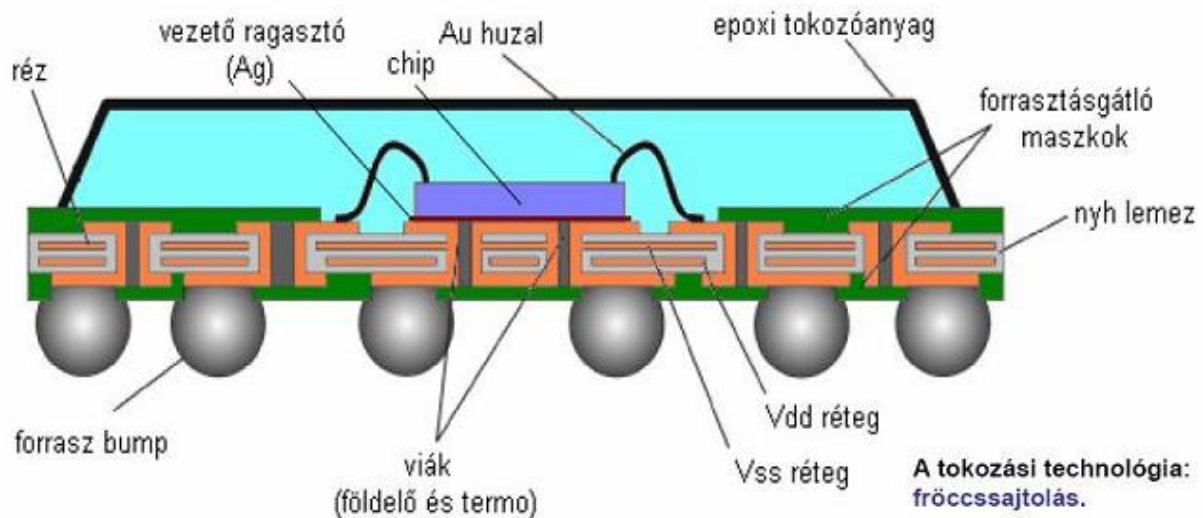
Árammentes rétegfelvitellel előállított bump:



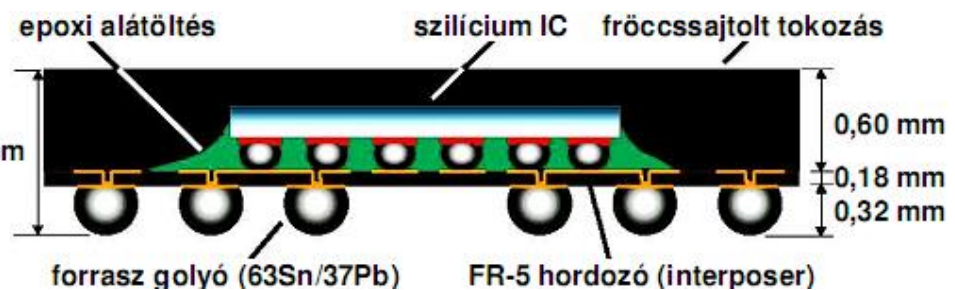
23-5. Soroljon fel példákat és ábrán is szemléltesse a flip-chipek alkalmazási lehetőségeit

- nagy kivezetés számú IC-knél
- finom raszterosztású alkatrészekenél
- rövid bekötési hosszt igénylő alkatrészekenél
- CSP, BGA tokozásnál

BGA:



FC – CSP: flip chip és microviás interposer

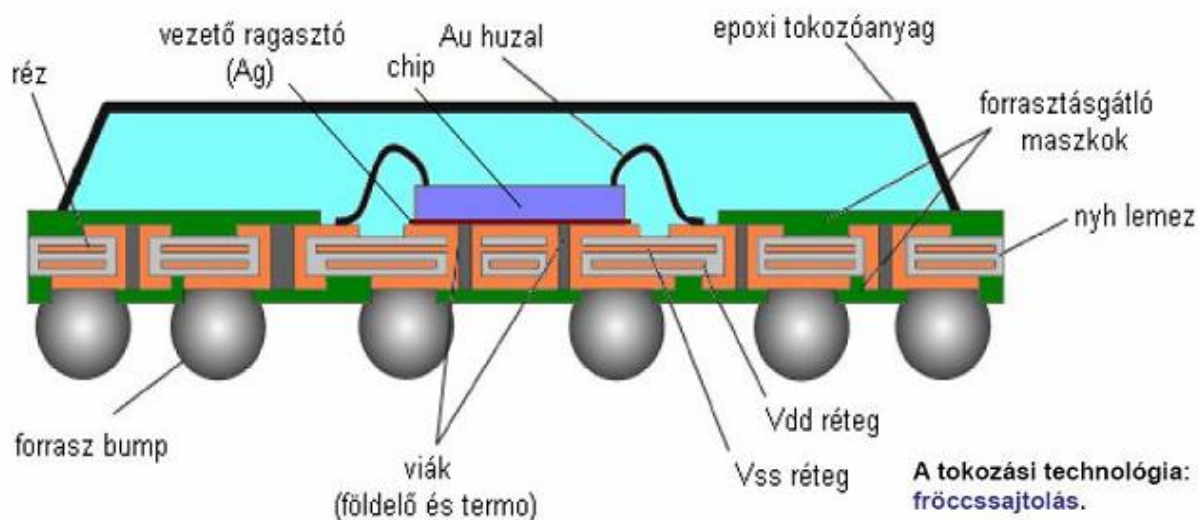


24. Ball Grid Array (BGA) és Chip Scale Package (CSP) típusú alkatrészek konstrukciója

24-1. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a BGA tokozás szerkezeti felépítését és röviden ismertesse technológiáját

BGA tokozású alkatrész szerkezeti felépítése

A BGA (Ball Grid Array) betűszó elé írt egy vagy két betű a tokozás anyagára vagy más jellemzőre utal. Pl. PBGA – „Plastic” tokozású BGA. A többrétegű nyomtatott huzalozású interposer újraosztja a kivezetések elrendeződését a teljes felületre.



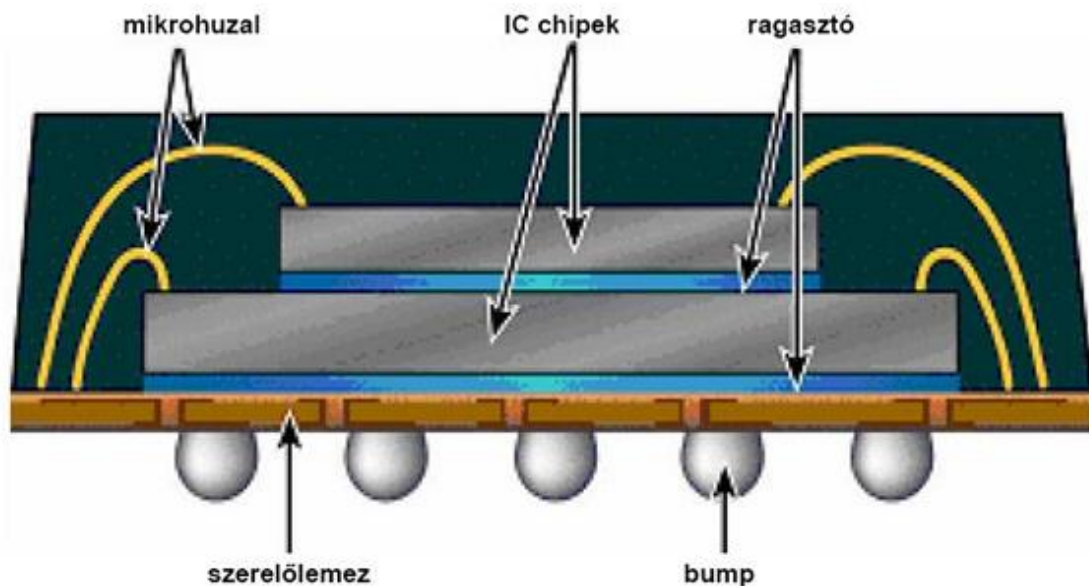
24-2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a chip-méretű alkatrészek kialakítási formáit

Interposer	Chip bekötése	CSP szerkezete
Hajlékony nyomtatott huzalozású lemez	TAB	
	Huzalkötés	
Merev nyomtatott huzalozású lemez	Flip chip	
	Huzalkötés	
Szalag-kivezető keret	TAB/Flip chip	
	Huzalkötés	
Wafer-level: Szelet-szintű szerelés	Rétegmintázat a chipen	
	Rétegmintázat a hodozón	

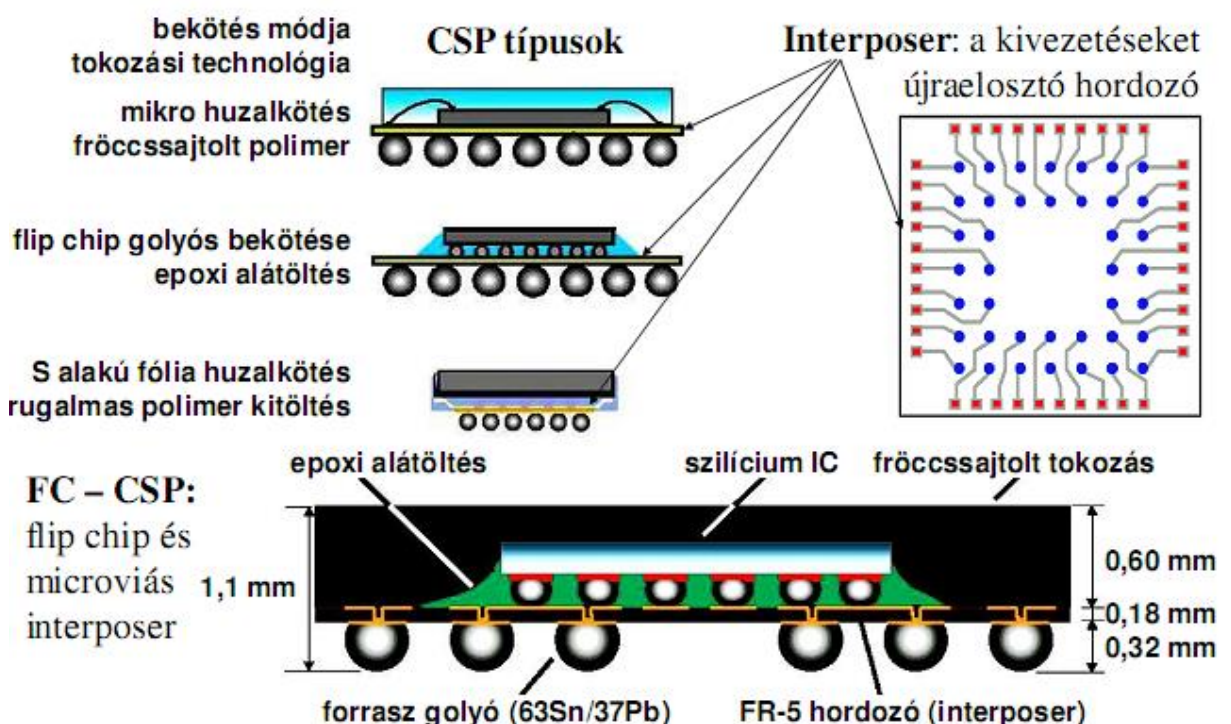
24-3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a BGA és a CSP tokozások újraelosztó vezetékvezetésének és a chip bekötésének változatait és a mikro-BGA újraelosztó vezetékvezetésének szerkezeti kialakítását

Egymásra épített chippek BGA tokozással

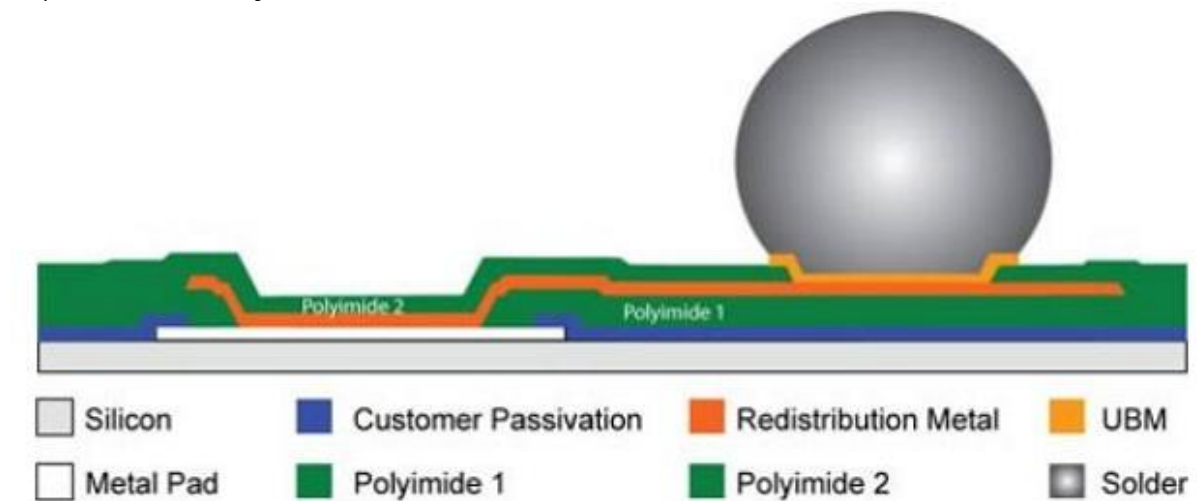
Az egymásra épített chippeket betokozzák:



Chip Scale Packaging (CSP) típusok

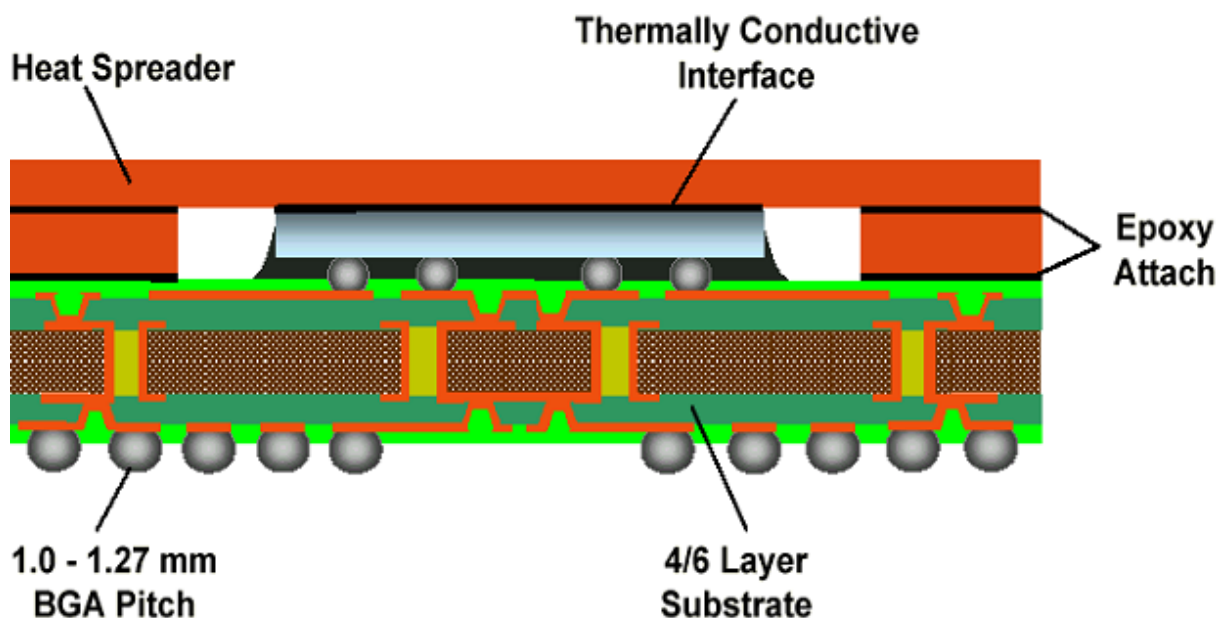


A μ BGA tokozás újraelosztó szerkezete



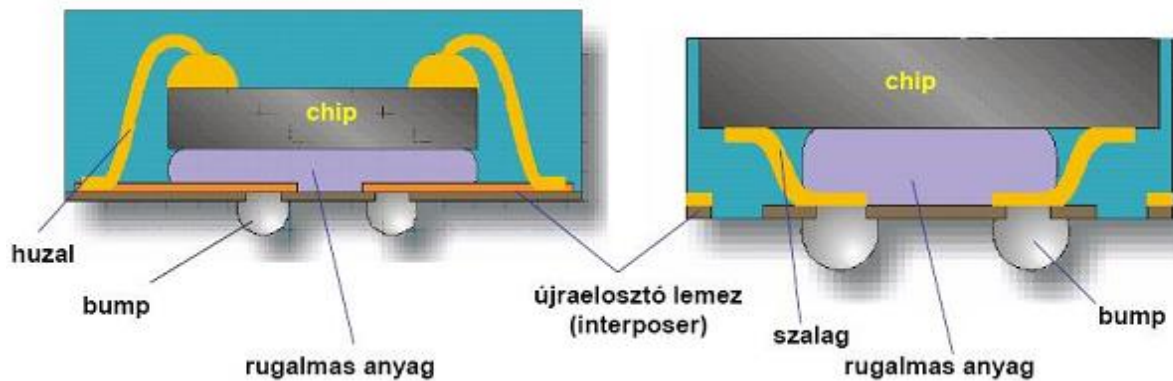
24-4. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a termikusan feljavított Flip Chip BGA szerkezetét és röviden ismertesse technológiáját

Heat spreader: nagy hővezetésű réz lemez/tok, vékony epoxi töltéssel

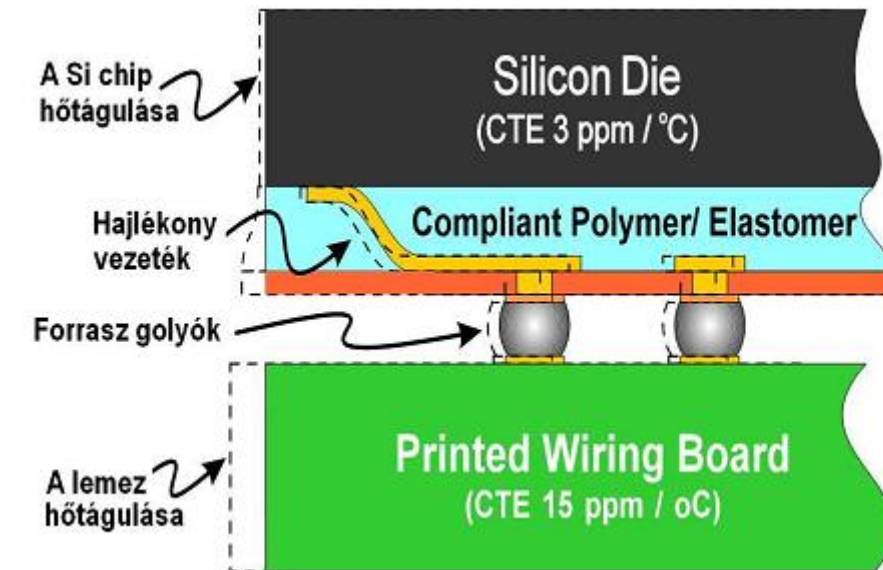


24-5. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a hőtágulási problémák csökkentésére rugalmas anyagokat és hajlékony vezetékeket alkalmazó BGA tokozás szerkezeti kialakítását

A chipnek és az újraelosztó lemeznek igen eltérő a hőtágulási tényezője, a Si-é $3 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$, míg az nyh újraelosztó lemezé $15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$. Ezért célszerű ha az ebből adódó deformációkat a köztük helyezett rugalmas anyag veszi fel



Feszültség-elnyelő CSP tokozás FR-4-es lemezre szerelve:



G2. AUTOMATIKUS OPTIKAI ELLENŐRZÉS (AOI) ÉS BERENDEZÉSEI

G2-1. Mi az automatikus optikai ellenőrzés és mire használjuk az áramkörti lapok szerelése során, valamint milyen hibák detektálására képes?

Objektív eredményeket szolgáltató, a digitális gépi látás és képfeldolgozás módszereit alkalmazó szerelt és szeretlen NYHL-k automatizált optikai ellenőrzése. Gyorsabb pontosabb és olcsóbb, mint a manuális ellenőrzés, így kiváltotta azt. Az áramkörti gyártástechnológia összes lépésének (panelazonosítás vonalkód, DMC (Data Matrix Code) –kétdimenziós adat kód) segítségével, stencilnyomtatás, ragasztó felvitel, alkatrész beültetés, forrasztás) minősége vizsgálható a segítségével.

Az alábbi hibák detektálására alkalmas:

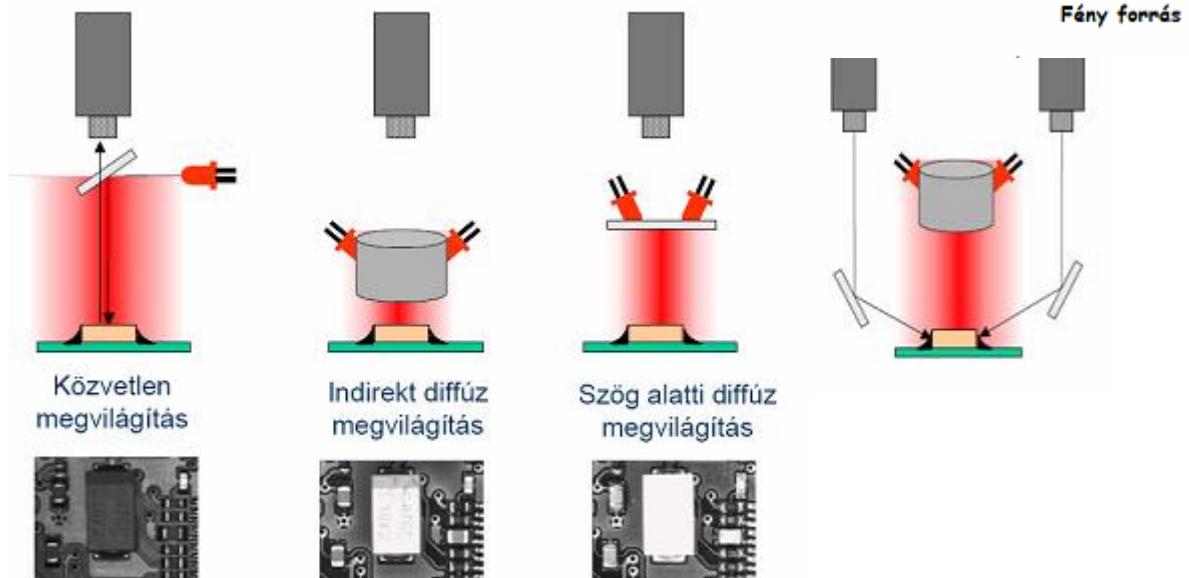
- Beültetett alkatrész hibái:
 - Sirkő effektus
 - Forraszgömb- és gyöngy képződés
 - Rossz alkatrész pozíció alkatrész kivezetés...
 - Rövidzár
- NYHL hibái – rossz furat, vezetékhány, túlmarás...
- Forrasztanyag hibái: rossz nedvesítés...

G2-2. Milyen megvilágítási módszereket ismer?

Ma már 99%-ban LED-es fényforrást alkalmaznak.

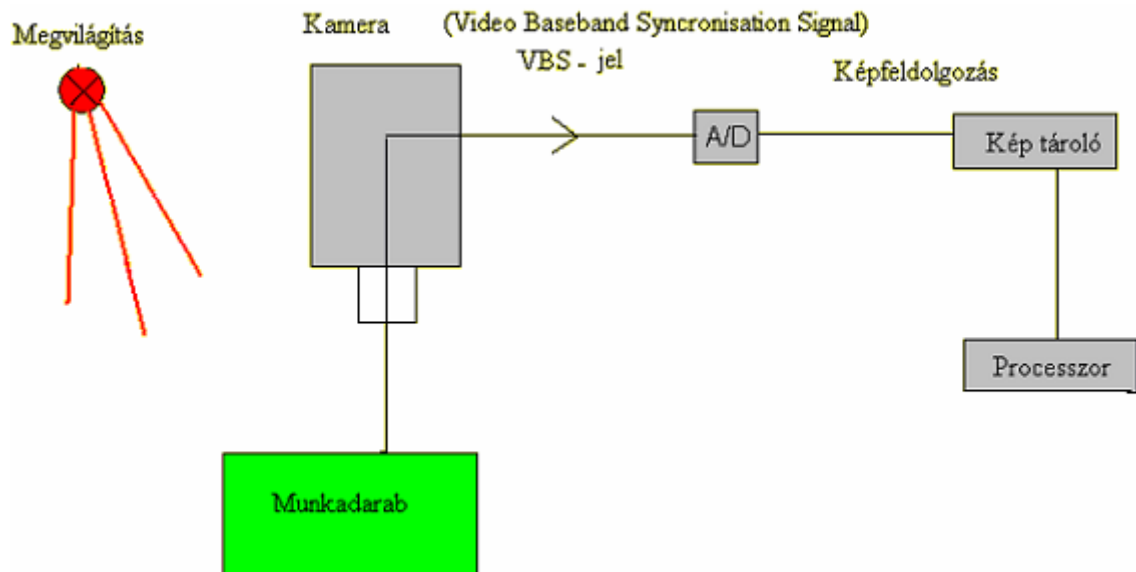
1. telecentrikus megvilágítás (bal oldali) (féligáteresztő tükrös)
2. diffúz megvilágítás ->

3. sötétlátóterű megvilágítás



G2-3. Hogyan készítünk digitális képet és mi a matematikai reprezentációja?

digitális képkészítés:



Matematikai reprezentáció:

Reprezentáció mintavett értékekkel: Ha a képet képpontokra bontjuk, ez az x és y koordináták irányában tett mintavételezésnek felel meg. A képet reprezentáló pontokat egy mátrix elemeinek tekinthetjük:

$$F_{i,j} \quad \begin{matrix} 0 \leq x < N_x \\ 0 \leq y < N_y \end{matrix}$$

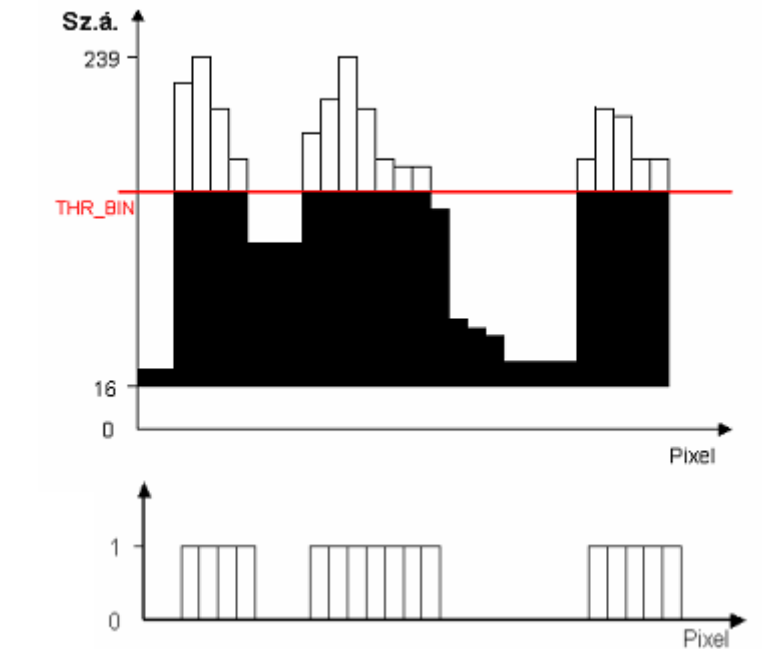
ahol N_x és N_y a kép mérete pixelben. Ha az F fényesség bármely értéket felvehet 0 és $F_{\max}$ között, akkor a képünk még a fényesség tengely mentén folytonos. Ha viszont véges számú érték valamelyikét veheti csak fel, akkor a kép fényességben kvantált.

G2-4. Soroljon fel és ismertessen 3 képfeldolgozási lépést!

Binarizálás ~ Szegmens eltávolítás: egy bizonyos intenzitás alatti értékek feketévé, felette konstans fehérre konvertáljuk

Szegmens eltávolításnál a binarizált képen a kiértékelést zavaró, összefüggő, adott pixelszámú területek eltávolítása

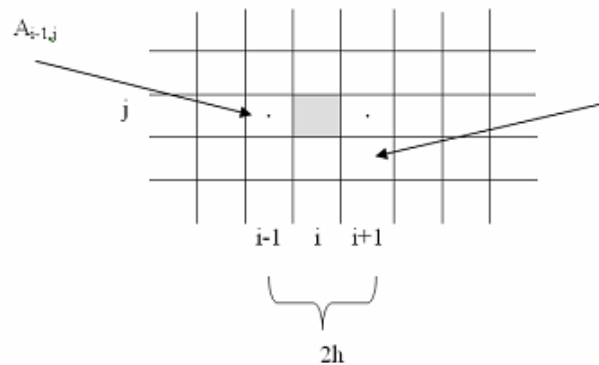




Élkeresés:

A képfeldolgozás alapvető műveletei között jelentős helyet foglal el az élkeresés. Célja: a képen látható egyes tárgyak kontúrjának megállapítása. Az élkeresés alapgondolata: két tárgy között a határ (feltehetően) ott van, ahol a kép fényessége ugrásszerűen változik.

$$\text{grad } a = i \frac{\partial a}{\partial x} + j \frac{\partial a}{\partial y} \longrightarrow \left. \frac{\partial a}{\partial x} \right|_{ij} = \frac{A_{i+1,j} - A_{i-1,j}}{2h} \quad \left. \frac{\partial a}{\partial y} \right|_{ij} = \frac{A_{i,j+1} - A_{i,j-1}}{2h}$$



Perwitt operátor hatása x irányban



Perwitt operátor hatása y irányban



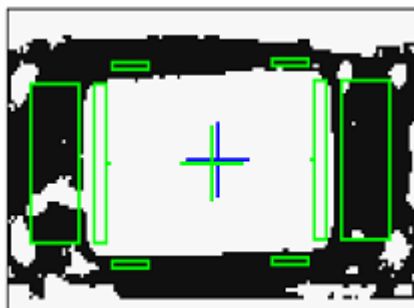
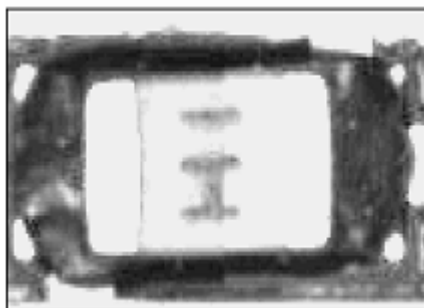
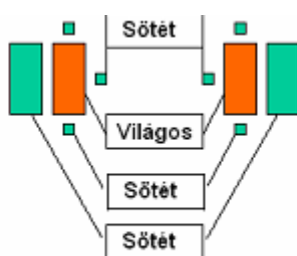
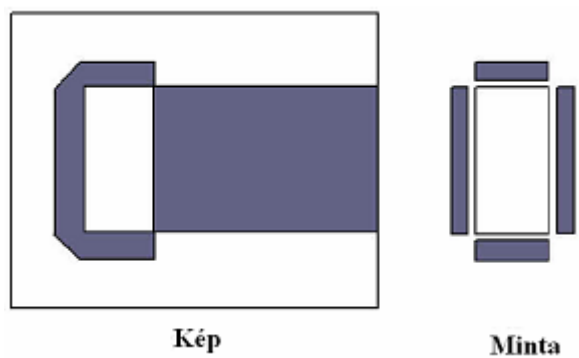
Sobel operátor hatása x irányban



Sobel operátor hatása y irányban



Összehasonlító folyamat:

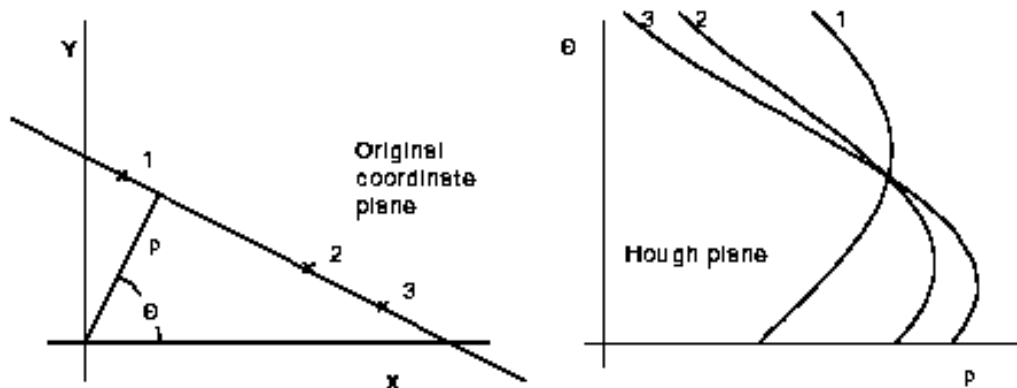


Szűrés:

G2-5. Mire alkalmas a Hough-transzformáció és hogyan működik?

Hough transzformáció: A Hough transzformáció feladata egyszerű formák keresése, mint egyenesek, körök, ellipszisek. Fontos, hogy nem szakaszokat, hanem egyeneseket keres, így a metszéspontok keresése lineáris egyenletrendszer megoldását jelenti. A Hough transzformáció akkumulátor tömbbel dolgozik, amely dimenziója az ismeretlen paraméterek számától függ.

- Előny: töredezett, zajjal terhelt vonalakat is megbízhatóan azonosít.
- Hátrány: számításigény



$$p = \frac{p^2}{p} = \frac{x^2 + y^2}{p} = \frac{x^2}{p} + \frac{y^2}{p} = x \cos \theta + y \sin \theta$$

G2-6. Milyen szoftvereket használ az AOI (vizsgálat, kiértékelés)?

Az alkatrészekhez tartozó vizsgálminták adatait könyvtárban őrzi az AOI berendezés. Minden egyes alkatrészhez tartozó vizsgálminta adatait eltároljuk. A vizsgálati programot a gép automatikusan tudja generálni a CAD és a beültető gép működtetéséhez szükséges file-okból továbbá az alkatrész adatbankból.

Pl.: Viscom SI szoftver – Viscom gyártmányú AOI berendezések vezérlésére
Easy Pro kezelői felület – könnyebb, gyorsabb kezelést lehetővé tevő kezelői felület

Adatok összegzése, kiértékelése – SPC-ben (ellenőrzések adatbázisa, diagramokat, statisztikákat tartalmaz)

27. Háromdimenziós (3D) szerelési, tokozási technológiák. A package-on-package technológia

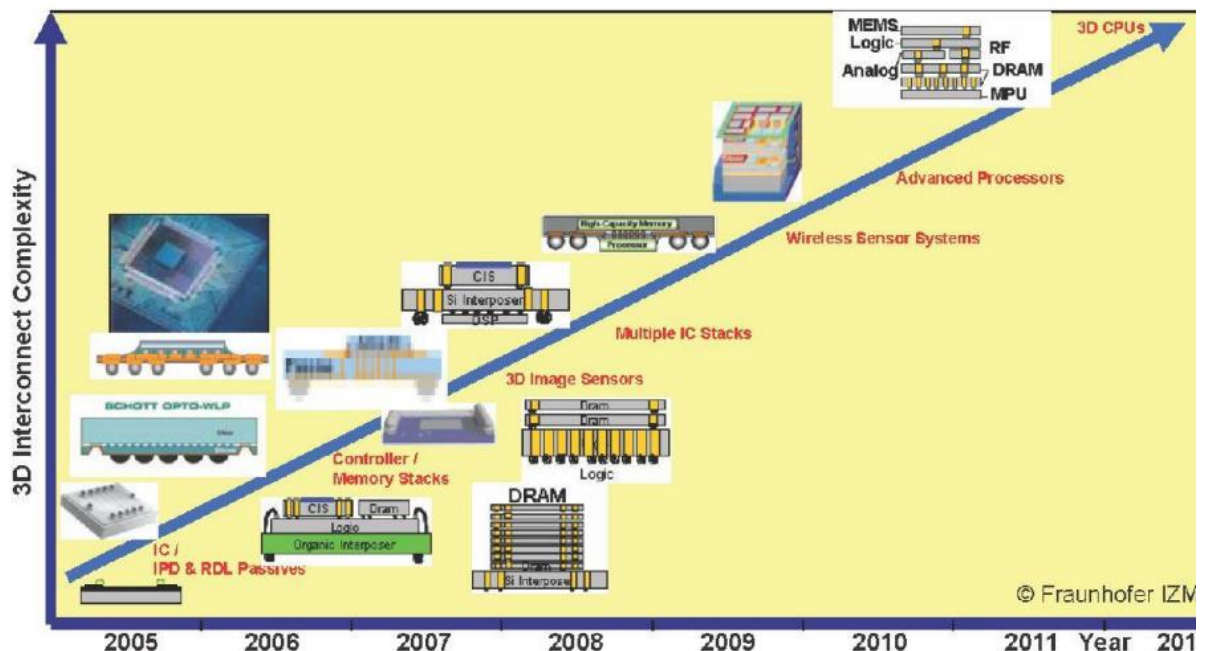
27-1 A mikroelektronika fejlődési irányai. Moore törvénye. More Moore; More than Moore (heterogén funkciók integrálása); Beyond CMOS. A 3D rendszerek fajtái: 3D szerelés, 3D integrálás.

Moore törvény: 1965-ben Gordon Moore megjósolta, hogy az egy lapkára integrálható tranzisztorok száma 14..18 havonta megduplázódik (exponenciálisnövekedés).

More than Moore: elemsűrűség erőteljesebb fokozása, pl. 3D kialakítással (pl. RAM-ok, lásd pen drive-ok)

Beyond CMOS: mikróból a nanovilágba, 100 nm alatti waferek, a csíkszélesség egy bizonyos méretig csökkenthető, utána már a CMOS technológián „túl” kell gondolkozni

3D rendszerek fajtái:

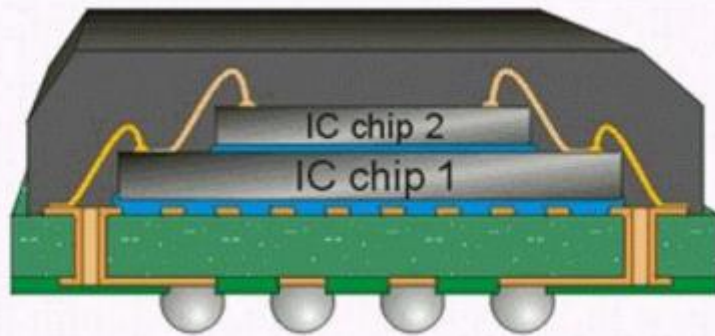


27-2 A Package on Package, a 3D és a MCM szerelési technológia összehasonlítása.

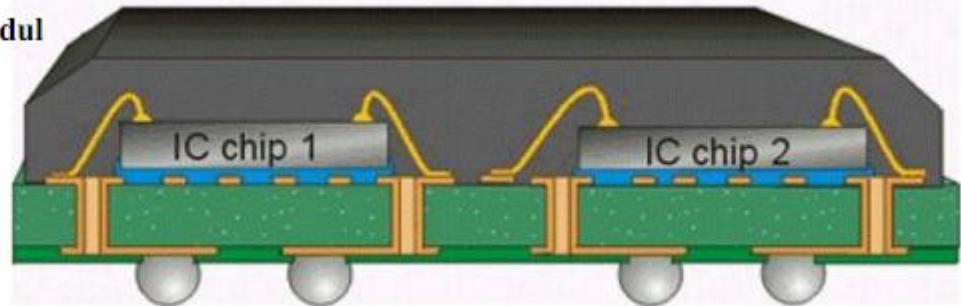
Package on Package (PoP) szerelés



Háromdimenziós
3D szerelés, tokozás

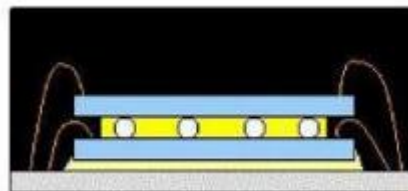
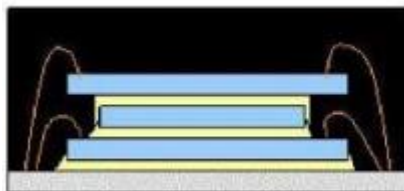


Multichip Modul
(MCM)

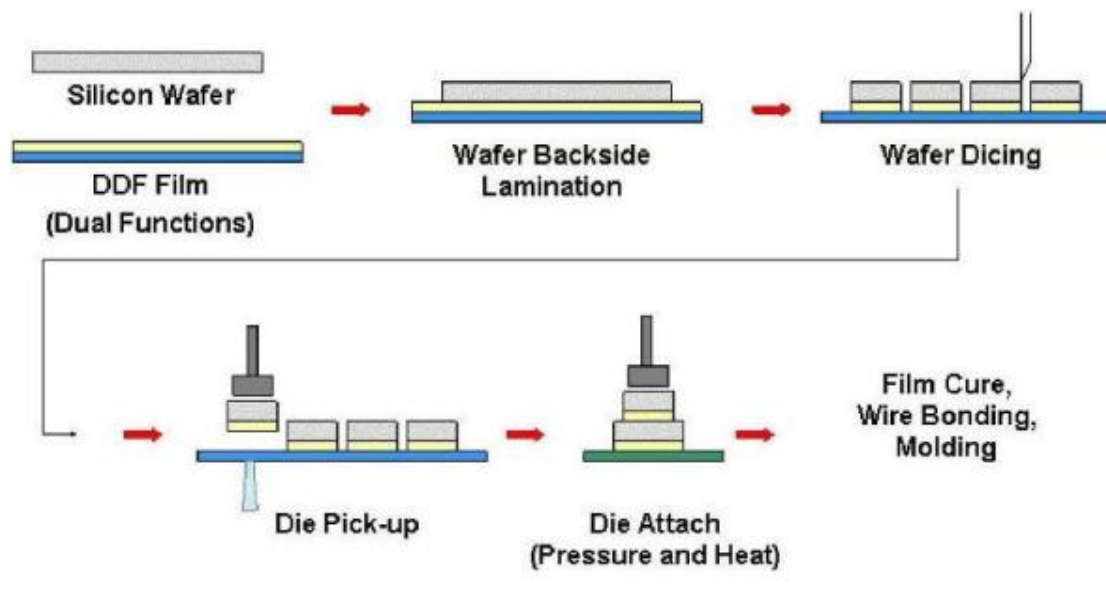


27-3 Chipek egymásra szerelési és tokozási technológiái: az emeletes (stack) és a ragasztószalaggal kötegelt szerelési technológia lépései

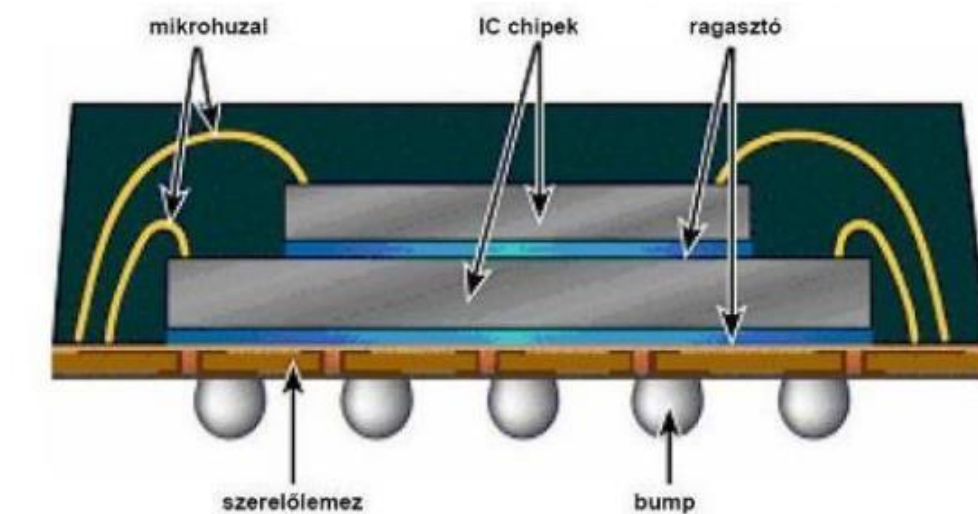
emeletes (stack:



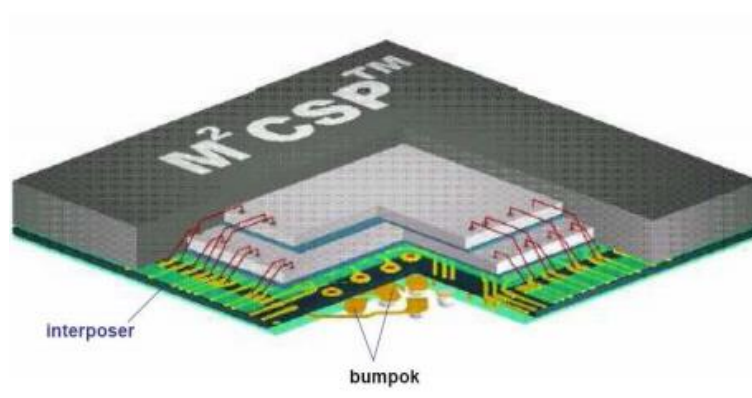
A ragasztó fóliás chip-ragasztás folyamata:



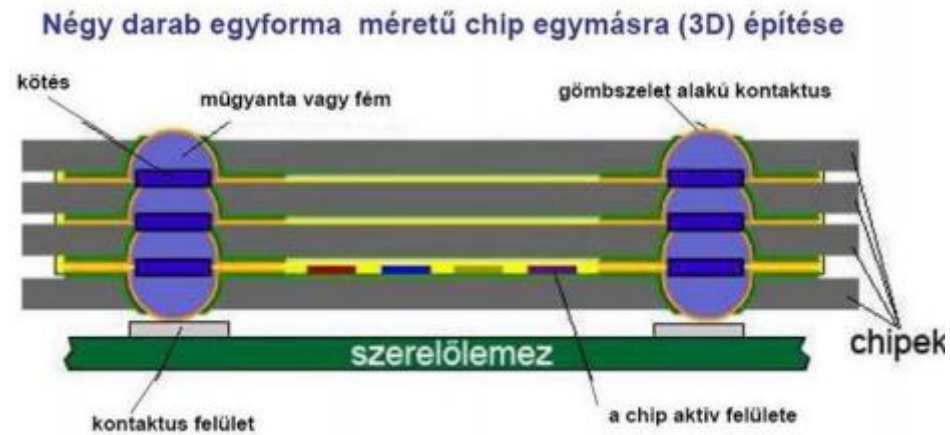
27-4 Chipek egymásra szerelési és tokozási konstrukciói



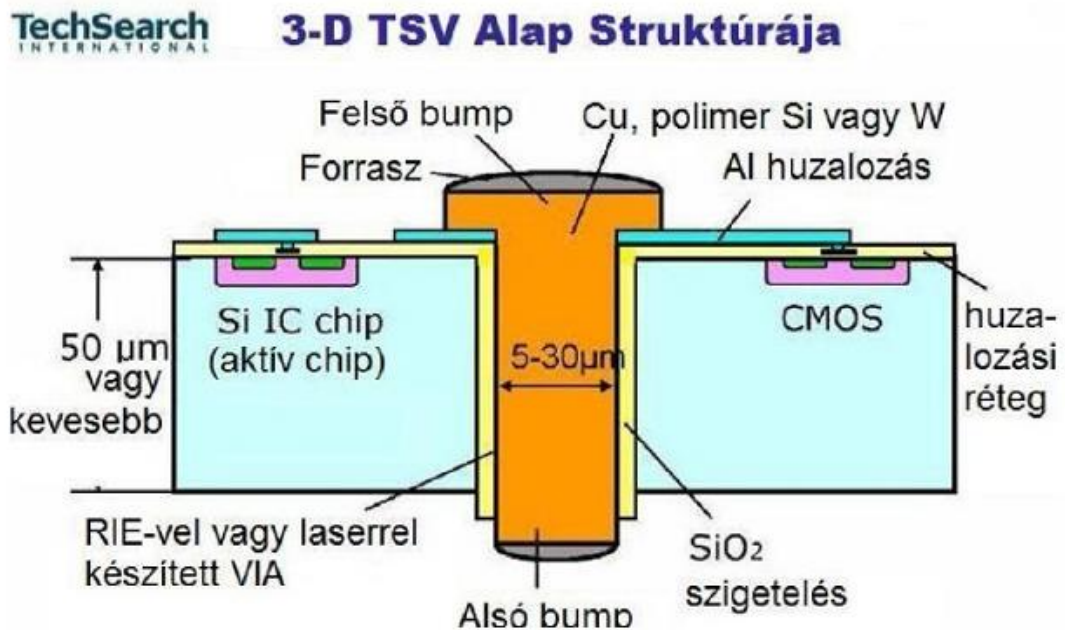
Egymásra ragasztott, emeletes chipek BGA tokozással



Viákon keresztül bumpokkal összekötött emeletes chippek

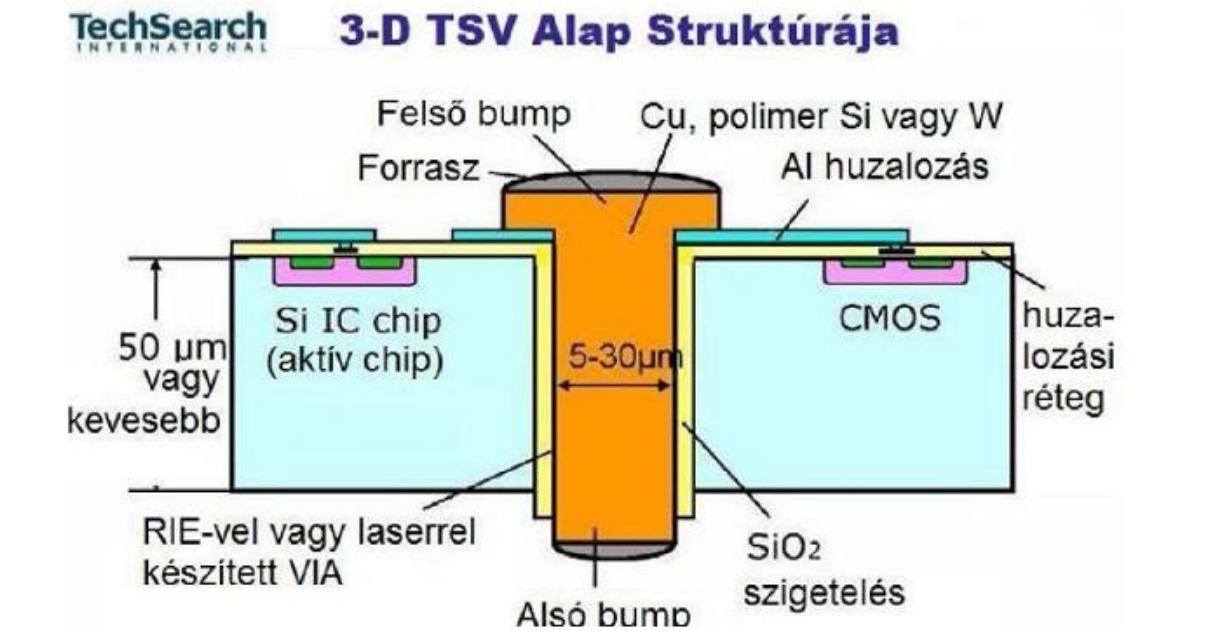


27-5 Chipek egymásra szerelése a szilícium szeleten átmenő bumpokkal (TSV)



28. TSV (Through-Silicon-Via) technológia **folyamatai és berendezései**

28-1 A szilícium szeleten átmenő via szerkezeti ábrája, az egyes rétegek funkciói. A TSV technológia alkalmazásának előnyei

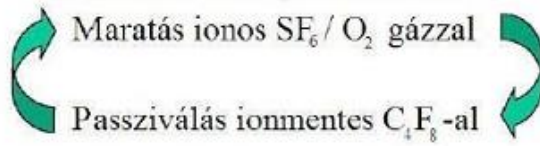


Előnyök: Miniaturizálás (Si-n átvisszük a furatot, a vezetékezés egy része megoldható itt, így nem kell a NYÁK-on)

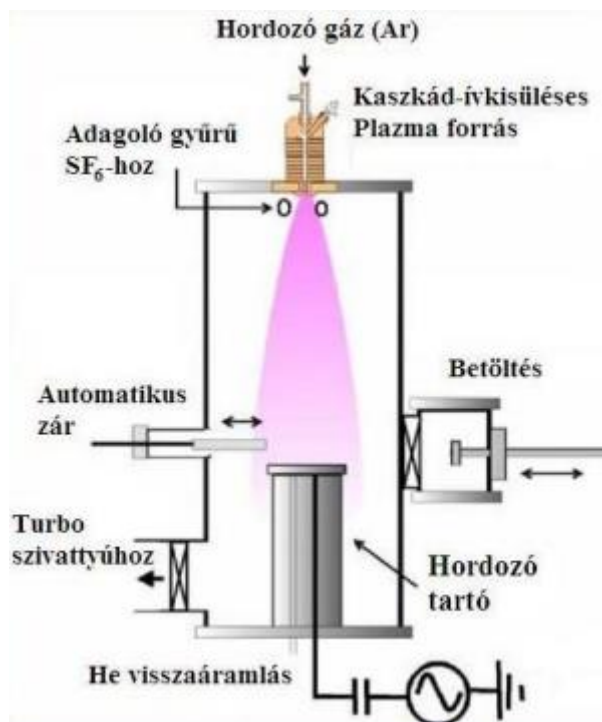
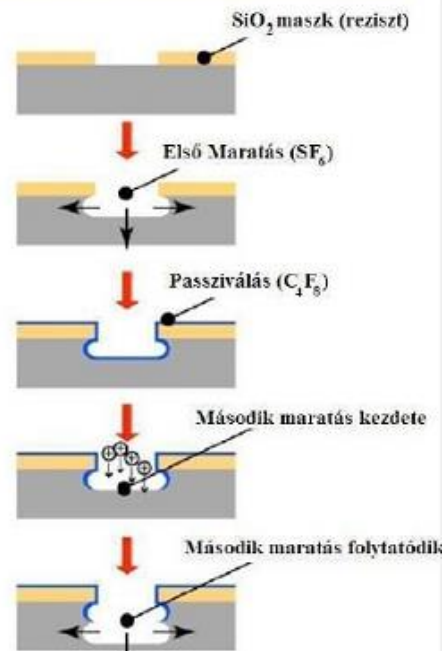
28-2 A szilícium szelet fúrása reaktív ionos maratással. A száraz marató felépítése. A szeletek darabolása reaktív ionos maratással

Mély Ionos Maratás (DRIE)

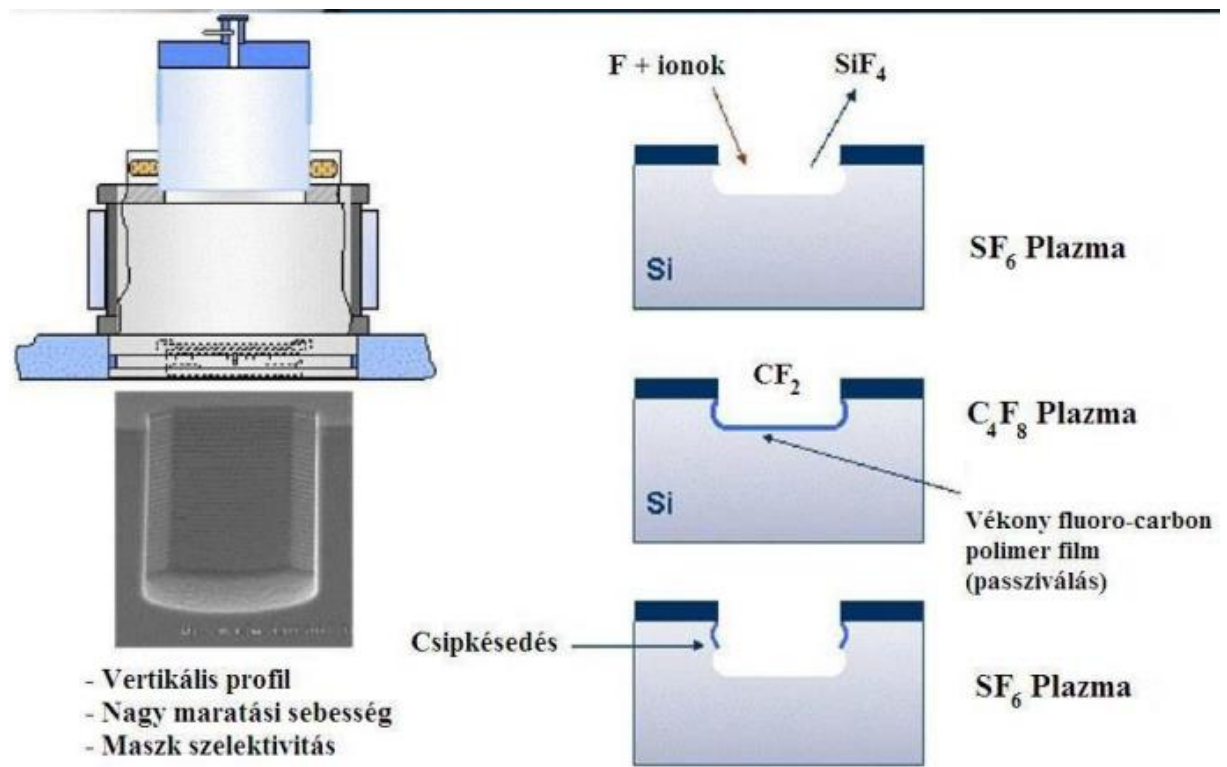
Maratási / Passzíválási ciklus:



- Maratás és Passzíválás: 3-7s
- Maratás sebessége: 10-1 $\mu\text{m}/\text{min}$
- Méretarány: 20-25
- Hőmérséklet: $-20^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$

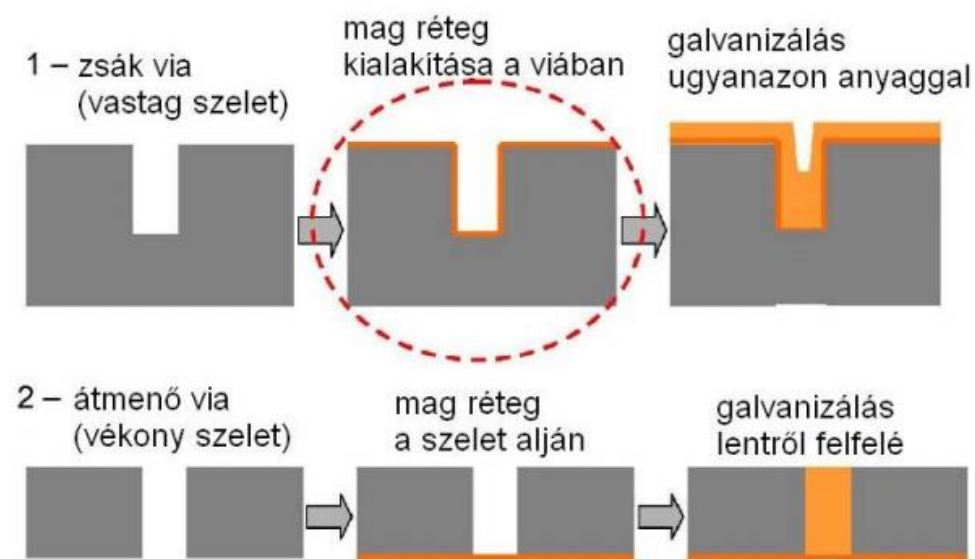


maratási sebesség: 3-12 $\mu\text{m}/\text{min}$

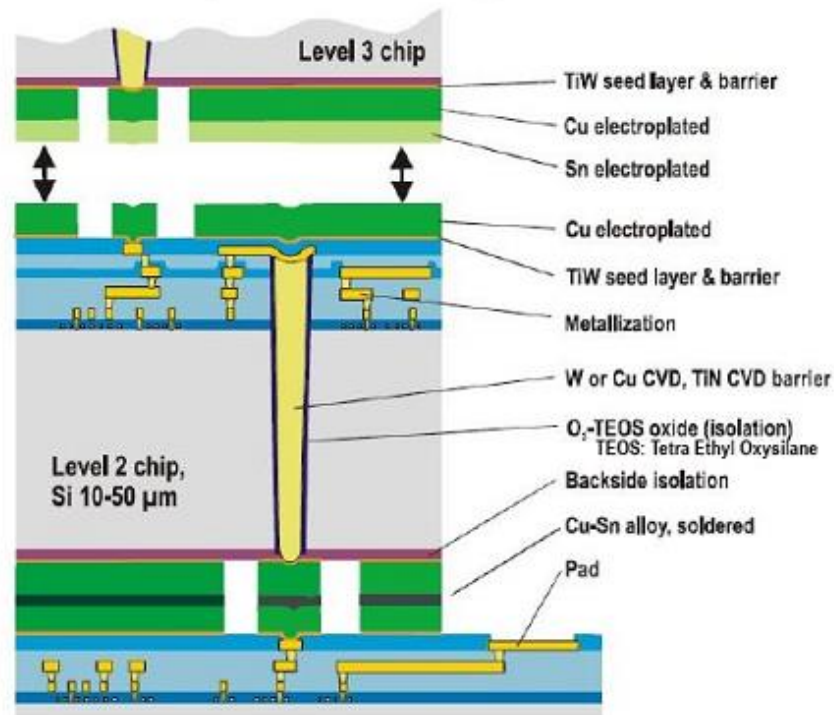


28-3 A szilícium furatának fémzési lehetőségei. Az ICV-SLID (Inter Chip Via - Solid Liquid Interdiffusion) technológia

Feltöltött via készítése galvanizálással:



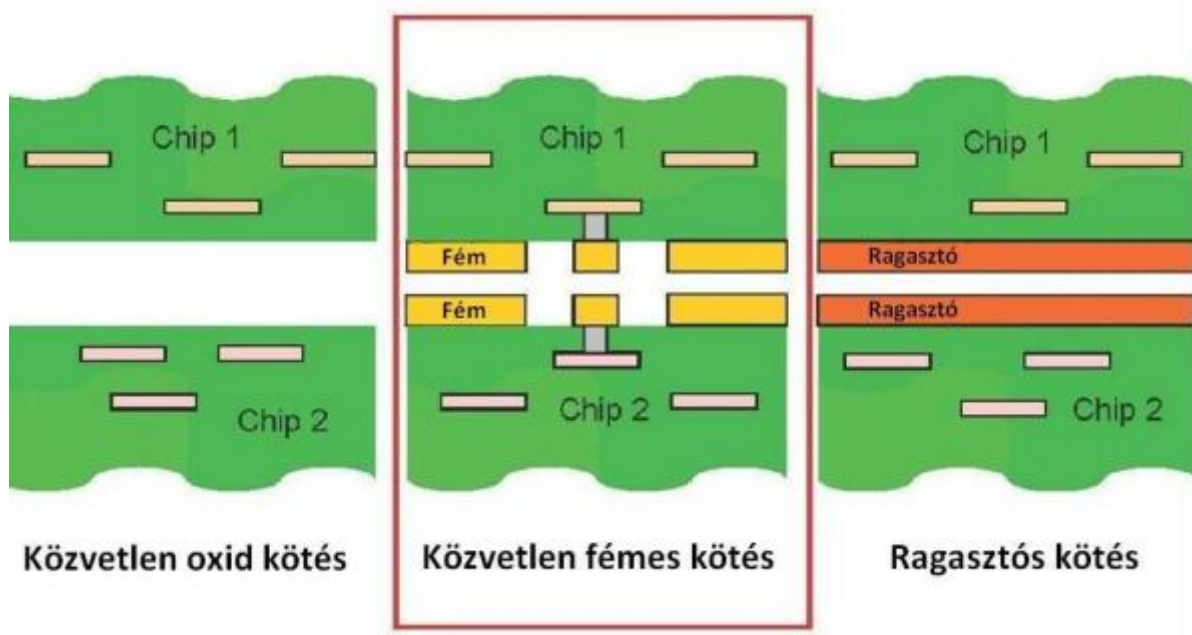
ICV-SLID: Inter Chip Via - Solid Liquid Interdiffusion technológia



28-4 A szeletek összekötési technológiái:

- Közvetlen oxid kötés
- Közvetlen fémes kötés
- Ragasztós kötés

Szilícium szeletek kötése a 3D IC-kben



28-5 A szilícium szeleten átmenő via (TSV) teljes technológiai rendszere

