

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA



2 ELEKTRONIKAI SZERELÉS- ÉS KÖTÉSTECHNOLÓGIÁK

2-03 CHIPEK BEÜLTETÉSI ÉS KÖTÉSI TECHNOLÓGIÁI, TOKOZÁS

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA ÉS ANYAGISMERET
VIETAB00




BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

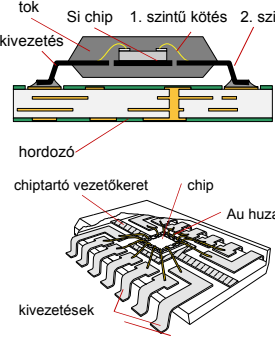
TARTALOM

- Chipbeültetési technológiák tokozáshoz és közvetlen beültetéshez
 - Összehasonlítás
 - Chip & Wire technológia
 - Chip rögzítés forrasztással, ragasztással
 - Huzalkötés: termokompressziós, ultrahangos, termoszonikus
 - Szalagkivezetős beültetés és kötés: TAB
 - Filp chip: forrasztás, ragasztás, alátöltés
- Toktípusok, tokozás technológiák
 - A tokozás típusai, anyagai
 - Hermetikus és nem hermetikus típusok

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

 Beültetés, tokozás 2/38

TOKOZOTT CHIPEK KÖTÉSI SZINTJEI



Tokozás feladata: a chip védelme és a kapcsolat megteremtése a chip a szerelőlemez között.


1. szintű (tokon belüli) kötés: a chip és a chiptartó között

2. szintű (tokon kívüli) kötés: a tartó és a szerelőlemez között

A közvetlen chipbeültetés célja:

- egyetlen kötési szint, kötések számának csökkentése (jobb megbízhatóság)
- tokozás műveletek csökkentése
- méretcsökkentés
- rövidebb jelutak, kisebb parazita hatások

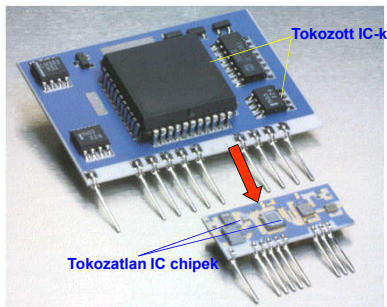
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

 Beültetés, tokozás 3/38

Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

A MÉRETCSÖKKENTÉS LEHETŐSÉGE TOKOZATLAN CHPEKKEL



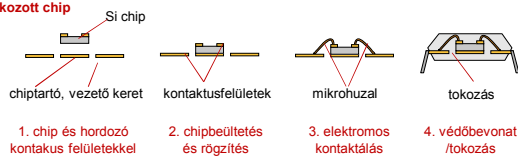
BMEETT

Beültetés, tokozás

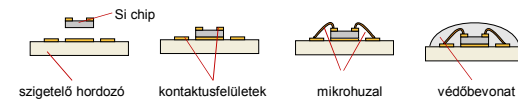
4/38

A CHIPBEÜLTETÉS MÓDOZATAI: CHIP+HUZALKÖTÉS (Chip&wire)

Tokozott chip



Chip on board (hordozóra közvetlen chipbeültetés)



BMEETT

Beültetés, tokozás

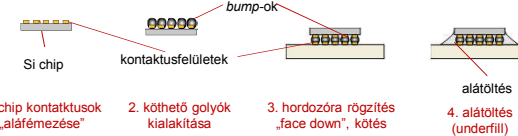
5/38

CHIPBEÜLTETÉS MÓDOZATAI: TAB, FLIP CHIP

Szalagkivezetős keret: TAB (Tape Automated Bonding)



Flip-chip



BMEETT

Beültetés, tokozás

6/38

Beültetés, tokozás

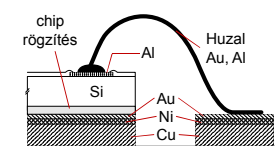
FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

CHIP KÖTÉSEK SZERKEZETE

Huzalkötés – Wire Bonding

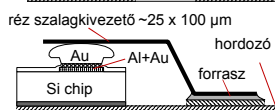
chiprögzítés (die attach) forrasztással v. ragasztással

arany huzal ~25 µm
alumínium huzal, 25-200 µm-ig,
teljesítmény áramköröknél is



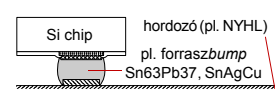
Tape Automated Bonding (TAB)

réz kivezető szalagok, arany bump
a chipet termokompresszióval vagy
forrasztással rögzítik a kivezetéshez
a kivezetést a hordozóra forrasztják



Flip-Chip (Direct Chip Attach)

a chip aktív felületével lefelé néz
(face down)
összeköttetés golyós kötessel



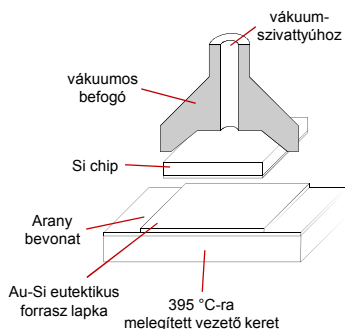
Beültetés, tokozás

7/38

A CHIP RÖGZÍTÉSI MÓDJAI: AU-SI EUTEKTIKUS FORRASZTÁS

A folyamat jellemzői:

- N₂ védőgáz atmoszféra
- kissé az eutektikus olvadáspont fölé hevített hordozó
- a chipet egy vákuumos befogóval a megfelelő hőmérsékletre hevített forraszba nyomják



Beültetés, tokozás

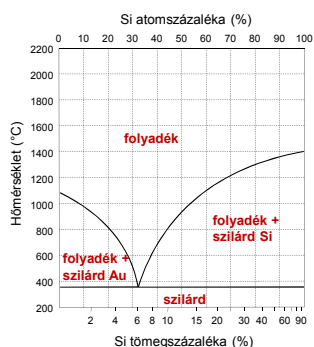
8/38

A CHIP RÖGZÍTÉSI MÓDJAI: AU-SI EUTEKTIKUS FORRASZTÁS

Az 6% Si, 94% Au összetételű eutektikum 370 °C-on olvad meg teljesen.

(Eutektikum:

Két (vagy több) fémkomponens olyan elegye, mely a legalacsonyabb olvadásponttal bír.



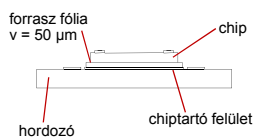
Beültetés, tokozás

9/38

Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

A CHIP RÖGZÍTÉSI MÓDJAI: EGYÉB FORRASZTÁS



A forraszanyag lehet pl.:

- 95Pb5Sn - op. 314 °C
- 80Au20Sn - op. 280 °C
- 95Sn, 5Sb - op. 235-240 °C
- 65Sn, 25Ag, 10Sb - op. 233 °C

Hővezető képesség: ~ 60 W/mK

A **forrasztásos** chip-beültetést nagyteljesítményű eszközöknél alkalmazzák, amelyeknél a kötés jó hővezető képessége elsőrendű követelmény. Gyakran inert (pl.: N_2), vagy redukáló (pl. H_2 ; hangyasav - HCOOH) atmoszférában történik.

A moduláramkörök szempontjából előnytelen a nagy forrasztási hőmérséklet; általában nincs lehetőség a szerelés utáni chipbeültetésre.



Beültetés, tokozás

10/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A CHIP RÖGZÍTÉSI MÓDJAI: A RAGASZTÁS

A ragasztók lehetnek **szigetelők** vagy **vezetők**.

A **vezető ragasztók** felosztása a vezetési tulajdonság szerint:

- izotróp (minden irányban vezet),
- anizotróp (csak összenyomáskor - vastagsága irányában - vezet).

A **ragasztók alkotói**: műgyanta és töltőanyag

műgyanta (resin)

- epoxi 175...250 °C-ig
- poliimid 400 °C-ig (térhálósodó)
- hőre lágyuló műanyag (100 °C-ig)

A technológia:

1. Ragasztófelvitel
2. Chipbeültetés
3. Kikeményítés

töltőanyag (filler)

- hővezetést javító:
 AlN , Al_2O_3 , bór-nitrid, gyémánt
- villamos vezetést javító:
pehely (flake) alakú Ag, Au, Cu



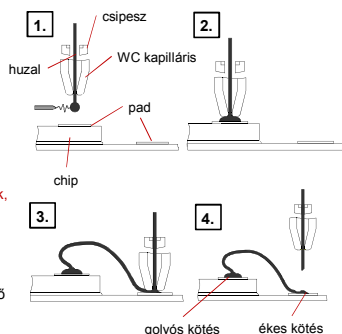
Beültetés, tokozás

11/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

HUZALKÖTÉSI MÓDSZEREK: TERMOKOMPRESSZIÓS HUZALKÖTÉS

1. A kapilláris szerszámon átvezetett arany **huzal végét megolvasztjuk** ívkisüléssel.
2. Függőleges irányban **lenyomjuk** a megszilárdult gömböt a chip bekötési felületére (pad).
3. A huzalt a második bekötési helyre (pl. pad a NYHL-en, vagy leadframe-en) **mozgatjuk, lenyomjuk és elvágjuk**; a **nyomás hatására** alakul ki a második (alakja után „ékes”) kötés.
4. A kapilláris elindul a következő kötés helyre.



Beültetés, tokozás

12/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

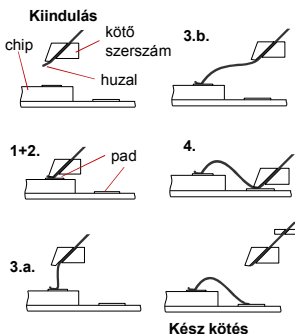
Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

HUZALKÖTÉSI MÓDSZEREK: ULTRAHANGOS KÖTÉS

1. A kötőszerszámon (szonotróda) átvezetett huzal végét a **felülethez nyomjuk**.
2. Ultrahanggal horizontális **vibrációnak** tesszük ki a huzalt.
3. A kötőszerszám mozgásával **kialakítjuk a hurkot**.
4. A második helyen is **kialakítjuk a kötést** (mint az 1. lépésnél), lenyomás után a szerszám mozgásával **elszakítjuk a huzalt**.

Az ultrahang feladata: a felületi oxidréteg feltörése, valamint a tiszta felületek atomi közelségű kontaktusba hozatala.



Beültetés, tokozás

13/38

HUZALKÖTÉSI MÓDSZEREK: ÖSSZEHASONLÍTÁS

Huzalkötés típusa	A kötés folyamata	Huzal anyaga	Hőmérséklet	Kötés alakja	Összenyomás ereje
Termo-kompressziós	Emelt hőm., összenyomás	Au	200-350 °C	Golyós/ékes	15-25 mN
Ultrahangos	Összenyomás, UH vibráció	Al, Au	25 °C	Ékes/ékes	5-25 mN
Termo-szonikus	Emelt hőm., összenyomás, UH vibráció	Au	100-150 °C	Golyós/ékes	5-25 mN

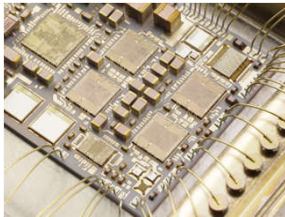


Beültetés, tokozás

14/38

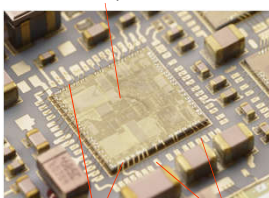
CHIP & WIRE KÖTÉSEK

Rögzítés és huzalkötés a tokban



Modul bekötése Al huzalokkal

„Chip on Board”



Au mikrohuzal kötések

Au pad-ek a hordozón



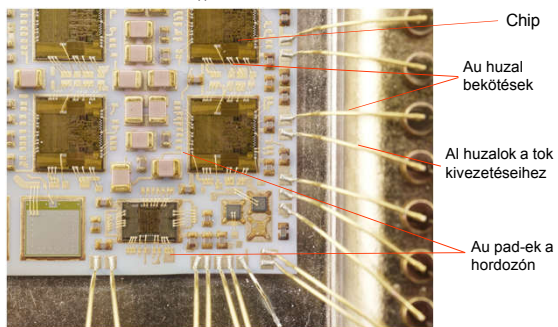
Beültetés, tokozás

15/38

Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

CHIP & WIRE KÖZVETLENÜL HORDOZÓRA: „CHIP ON BOARD”



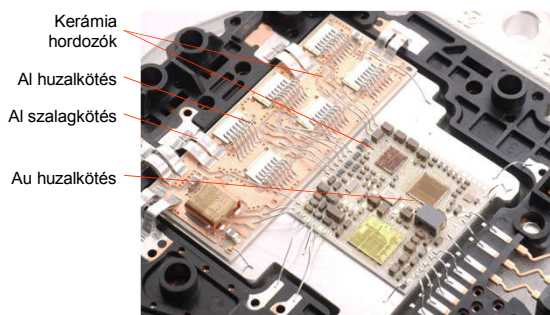
BMEETT

Beültetés, tokozás

16/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

KOMPLEX MODUL



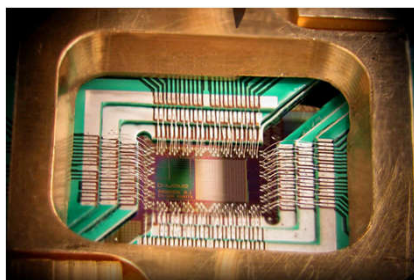
BMEETT

Beültetés, tokozás

17/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

NAGYBONYOLULTSÁGÚ BEKÖTÉS



BMEETT

Beültetés, tokozás

18/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

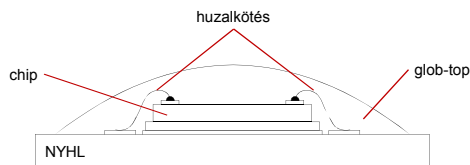
Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

BEVONAT „CHIP ON BOARD” ESETÉBEN

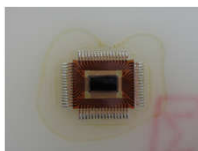
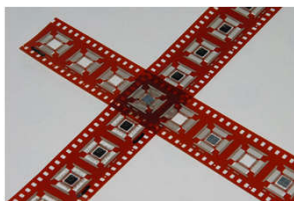
A Si chipre és a huzalokra ún. **glob-top** (speciális gyanta anyagú bevonat) cseppentése, majd kikeményítés (T=100 - 150°C)

Feladata a szilícium chip és a huzalok mechanikai, kémiai védelme.



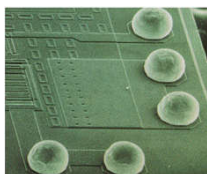
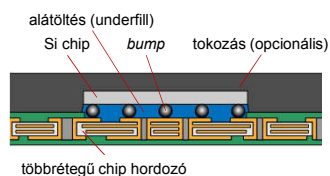
SZALAGKIVEZETŐ KERETBE SZERELT CHIP „TAB”

1. Szalagkivezető rendszert tartalmazó hajlékony szigetelő hordozó film kialakítása chipek számára fészkekkel, vezetőtartó keretekkel, perforációval
2. Chipek kontaktusfelületeinek csoportos kötése a vezető szalagrendszerhez (pl. Au „bumpok” termokompressziós kötésével)
3. Védőréteg cseppentése
4. Keret kivágása a filmből
5. Vezetőszalagok hajlítása és csoportos forrasztása „fűtött keret” szerszámmal

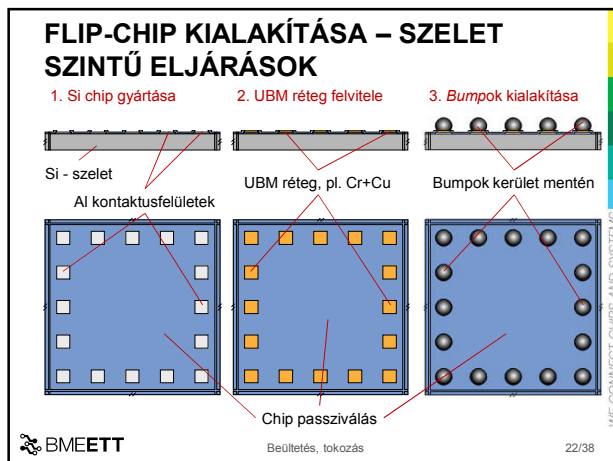


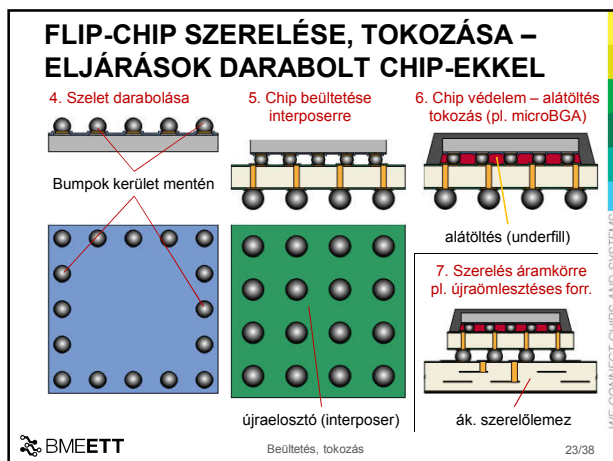
FLIP CHIP

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. **FCOB – Flip-Chip on Board** közvetlen bekötés pl. NYHL-re.



FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA







Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

A TOKOZÁS FELADATA

1. Mechanikai védelem
2. Klímavédelem
3. Végső külméret és szerelhetőség biztosítása



Tokozást alkalmazunk:

- egyedülálló félvezető chip esetében, vagy
- áramkört modul esetében.

TOKOZÁS TÍPUSAI – ZÁRÁS MINŐSÉGE ALAPJÁN

Nem hermetikus

- műanyag vagy fémtokok gyantával kiöntve,
- kisnyomású fröccsajtolással előállított tokok,
- előre gyártott műanyag tokok.

A műanyag tokok a gázok/gőzök átjárhatósága miatt sosem hermetikusak!

Hermetikus

Definíció: akkor hermetikus a tok ha az abba bezárt 1 atm túlnyomású hélium gáz szivárgási sebessége nem haladja meg a $10^{-8} \text{ cm}^3/\text{min}$ értéket.

Szobahőmérsékleten:
 $10^{-8} \text{ cm}^3 = 5 \times 10^{11}$ db atom

MIL Std. 202C szabvány

A gyakorlatban 1 atm N_2 túlnyomást, vagy túlnyomás nélküli inert gázt tartalmaznak.

TOKOZÁS TÍPUSAI – HERMETIKUS TOKOZÁSOK

A gázok áthatolási képessége a következő anyagokban a legkisebb (növekvő sorrendben):

1. Fémek
2. Kerámia
3. Üveg

Ezek a hermetikus tokozás alapanyagai.



Hibrid áramkör fém tokban



Tranzisztorok fém tokban

Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

TOKOZÁS TÍPUSAI HERMETIKUS TOKOZÁSOK – FÉMÜVEG TOK

Fém tok fém-üveg kötéssel lezárva a kivezetéseknél

A fém tető és az alap összezsúrozása hegesztéssel (v. forrasztással) történhet.

Anyaga kovár: Ni29 Co17 Fe54 ötvözet, hőtágulása pontosan egyezik a bórszilikát üveggel.



BMEETT

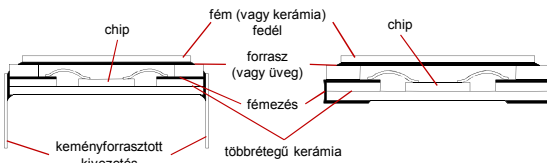
Beültetés, tokozás

28/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TOKOZÁS TÍPUSAI HERMETIKUS TOKOZÁSOK – KERÁMIA TOK

Kerámia tok (fém vagy kerámia fedéllel lezárva): anyaga alumínium-oxid (angol: *alumina*) vagy berillium-oxid.



**Forrasztott kivezetéssel
rendelkező kerámia tok**

„Chip carrier” konstrukció

Ha a lezárás fém, akkor forrasztás; ha kerámia, akkor kerámia-üveg kötés biztosítja a hermetikus zárást.

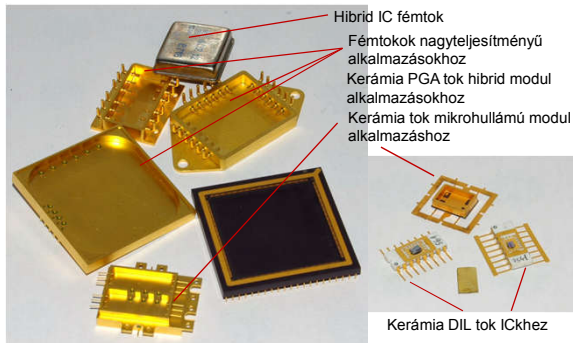
BMEETT

Beültetés, tokozás

29/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TOKOZÁS TÍPUSAI HERMETIKUS TOKOZÁSOK



BMEETT

Beültetés, tokozás

30/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Beültetés, tokozás

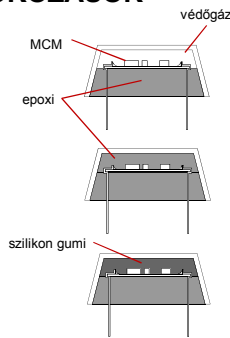
FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

TOKOZÁS TÍPUSAI – NEM HERMETIKUS TOKOZÁSOK

Műanyag tok kiöntve műgyantával

A kivezető lárendszerrel ellátott moduláramkört behelyezik az előre legyártott tokba, és azt gyantával kiöntik.

Mivel az epoxi gyanta és a moduláramkör hőtágulási tulajdonsága nagyon eltérő, célszerű a tokot két rétegben kiönteni vagy a kiöntést úgy megoldani, hogy a moduláramkör ne érintkezzen a gyantával.



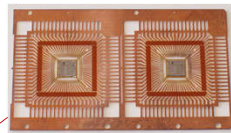
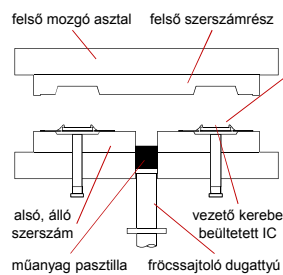
Beültetés, tokozás

31/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TOKOZÁS TÍPUSAI – NEM HERMETIKUS TOKOZÁSOK

Fröccssajtoló műanyag tok



Tokozó szerszám
hőmérséklete: 175...185 °C

Tokozási idő:
1 min / 1mm vastagság

A tokozó anyag:
epoxi vagy szilikon +
üvegpor.



Beültetés, tokozás

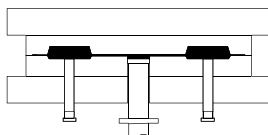
32/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TOKOZÁS TÍPUSAI – NEM HERMETIKUS TOKOZÁSOK

Fröccssajtoló műanyag tok

Szerszámmérés, fröccsajtolás



Tokozó szerszám
hőmérséklete:
175...185 °C

Tokozási idő:
1 min / 1mm
vastagság

A tokozó anyag:
epoxi vagy
szilikon +
üvegpor.



Beültetés, tokozás

33/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

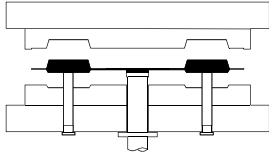
Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

TOKOZÁS TÍPUSAI – NEM HERMETIKUS TOKOZÁSOK

Fröccssajtoló műanyag tok

Szerszám nyitás, kiemelés



További műveletek:
kivágás a vezető
keretből és a
kivezetők hajlítása,
métré vágása.



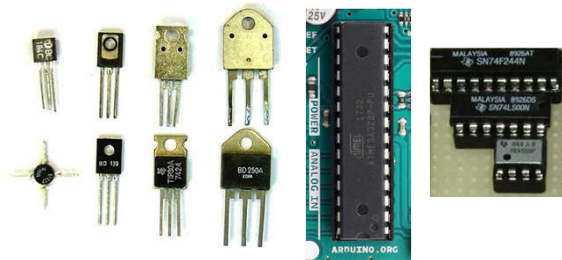
Beültetés, tokozás

34/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TOKOZÁS TÍPUSAI – NEM HERMETIKUS TOKOZÁSOK

Fröccsöntéssel készülő tranzistor és IC tokok



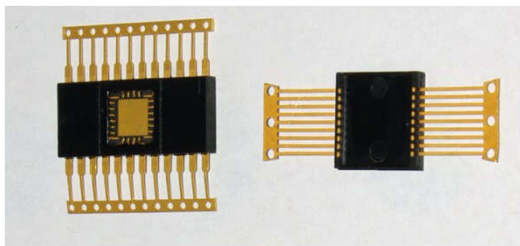
Beültetés, tokozás

35/38

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TOKOZÁS TÍPUSAI – NEM HERMETIKUS TOKOZÁSOK

Fröccsöntéssel készülő IC és modul tokok külön fedéllel való
lezáráshoz



Beültetés, tokozás

36/38

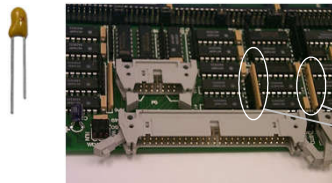
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Beültetés, tokozás

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

TOKOZÁS TÍPUSAI – NEM HERMETIKUS TOKOZÁSOK

Bemártással készült, ún. fluid „tok”



Bemártással készült
tokok

A műanyag tokoknak alakja, anyaga, kivezetők elrendezésére számos fajtája van, ezek mind a nem hermetikus kategóriába tartoznak.

TARTALOMJEGYZÉK

- Chipbeültetési technológiák tokozáshoz és közvetlen beültetéshez
 - Összehasonlítás
 - Chip & Wire technológia
 - Chip rögzítés forrasztással, ragasztással
 - Huzalkötés: termokompressziós, ultrahangos, termoszonikus
 - Szalagkivezetős beültetés és kötés: TAB
 - Flip chip: forrasztás, ragasztás, alátöltés
- Toktípusok, tokozási technológiák
 - A tokozás típusai, anyagai
 - Hermetikus és nem hermetikus típusok
