

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK



2 ELEKTRONIKAI SZERELÉS- ÉS KÖTÉSTECHNOLÓGIÁK

2-02 FURAT- ÉS FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK FORRASZTÁSI TECHNOLÓGIÁI

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA ÉS ANYAGISMERET
VIETAB00



BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

FORRASZTÁS

A forrasztott kötést az **összekötendő elemeknél alacsonyabb olvadáspontú, azoktól különböző hozaganyag** (forraszanyag, röviden forrasz) hozza létre. A forrasztott (**adhéziós-diffúziós**) kötés egy felmelegítési ciklusban alakul ki. A forrasz megömlik, nedvesíti az elemek felületét, létrejön a forrasz folyékony állapotában a kötés, ami azután lehűléskor megdermed és mechanikailag szilárdra válik.

Forraszötvtözetek:

ólomtartalmú forraszötvtözetek:

- Sn63/Pb37 – eutektikus – 183 °C
- Sn60/Pb40 – 183–188 °C
- Sn60/Pb38/Ag2 – 176–189 °C

ólommentes forraszötvtözetek:

- Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 – 217–218 °C
- Sn96,5/Ag3/Cu0,5 – 217–221 °C
- Sn42/Bi58 – 139–141 °C

Folyasztószer

- tisztítja, oxidmentesíti a felületeket
- elősegítik a forrasz terülését

Oldószer: alkohol, víz

Szilárd fázis: fenyőgyanta, szintetikus gyanta

Aktivátor: halogénezett, halogénmentes

No-clean flux: nem kell forrasztás után a szerelőlemezt tisztítani

VOC-free (Volatile Organic Compound): szerves illékony vegyületektől mentes

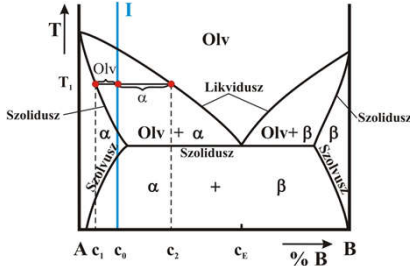
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Szereléstechonológiák - forrasztás

2 / 46

KÉTALKOTÓS ÖTVÖZET EGYENSÚLYI DIAGRAMJA (FÁZISDIAGRAM)

Eutektikus rendszer egymásban szilárd állapotban korlátoltan oldódó komponensekkel



A c_1 c_0 c_2 c_E $\% B$

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

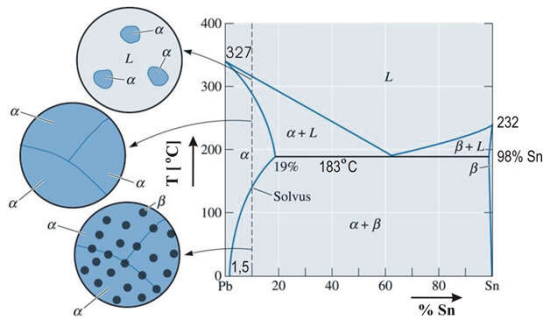
Szereléstechonológiák - forrasztás

3 / 46

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

ÓLOM-ÓN FÁZISÁTALAKULÁSAI 10% ÓNTARTALOMNÁL

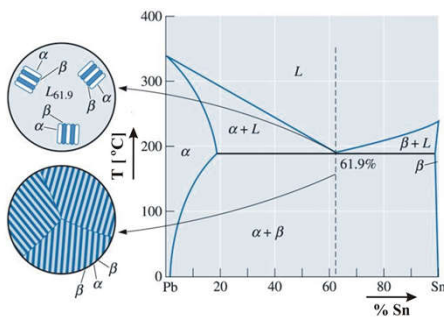


BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

4 / 46

ÓLOM-ÓN ÖTVÖZETRENDSZERBEN EUTEKTIKUS ÁTALAKULÁS

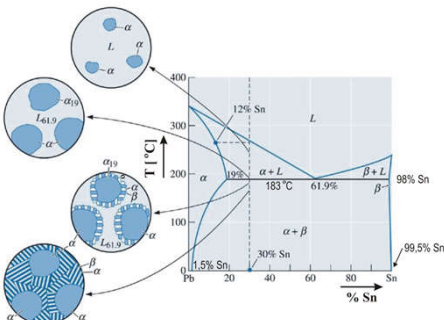


BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

5 / 46

SZILÁRD OLDAT ÉS EUTEKTIKUS ÁTALAKULÁS 30% ÓNTARTALOMNÁL



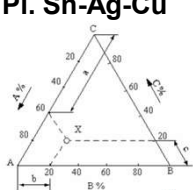
BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

6 / 46

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

HÁROMALKOTÓS ÁLLAPOTÁBRA Pl. Sn-Ag-Cu



1. A kristályosodás az A komponenssel kezdődik.
2. A folyadék koncentrációja MN vonal mentén változik.
3. Az N pontnak megfelelő hőmérsékleten E_3 kezd kiválni.
4. A szilárd fázis A, E_3 , E-ből fog állni.

A KÉZI FORRASZTÁS ESZKÖZEI

1. Mechanikai eszközök:

- Fogók, csípőfogók, hajlító szerszámok: főleg furatszerelt alkatrészek lábainak formázása
- Csipeszek: alkatrészek manipulálása, ideiglenes rögzítése
- Önszippantó, ön harisnya: forraszfelesleg eltávolítása
- Ecsetek, kefék: alkatrészek és NYHL tisztítása

2. Forrasztóanyag (Solder alloy)

- Forraszhuzal folyasztószer töltettel (flux core wire)

3. Forrasztó páka (Soldering iron)

- Tolszárfogású szerszám cserélhető hegygel

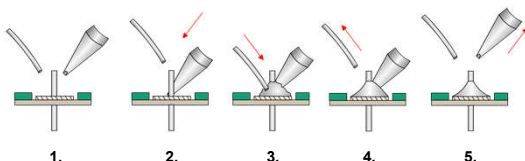
4. Tisztítószer, technológiai segédanyagok

- Folyasztószer: a nedvesítés elősegítéséhez
- Isopropil alkohol: általános tisztítási feladatokra
- Speciális oldószerek folyasztószer maradványok eltávolítására



A KÉZI FORRASZTÁS FOLYAMATA

1. A láb megközelítése mind a pákahegygel, mint a forrasz huzallal.
2. A forrasztó páka hegyét megfelelő hőkontaktusba hozzuk a forrasztandó felületekkel.
3. A forraszhuzalt a felmelegített felülethez érintve adagoljuk a szükséges mennyiséget.
- 4-5. A forraszhuzalt és a páka hegyét eltávolítjuk a még olvadt forrasztóanyagtól.

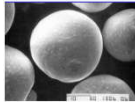


Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

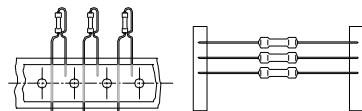
A FORRASZOK MEGJELENÉSI FORMÁI

1. **Forraszpaszta** (solder paste):
 - folyasztószer és forrasz szemcsék szuszpenziója,
 - a szemcsék tipikus átmérője 20...45 µm.
 - a paszta fémtartalma 85...91 súly %
2. **Előformázott forrasz** (solder preforms)
 - az alakjuk illeszkedik a forrasztandó alkatrészekhez (pl. tokok zárófedeleihez, sokkivezetéses csatlakozók kivezetéseihez stb)
 - egyszerűsíti a forraszpaszta adagolását
3. **Forraszhuzal** folyasztószer töltettel (flux core wire)
 - kézi forrasztásnál (kötések javításakor) alkalmazzák
 - a huzal átmérője tipikusan 0,3...1,8 mm
4. **Forraszrudak**
 - hullámforrasztáshoz alkalmazzák



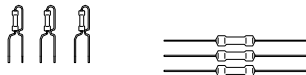
FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés



FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés



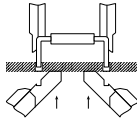
1. az **alkatrész kivágása** a hevederből, ahova az alkatrészeket előzőleg a beültetési sorrendben hevederezték be,

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés



1. az alkatrész kivágása a hevederből, ahova az alkatrészeket előzőleg a beültetési sorrendben hevederezték be,
2. az alkatrész befogása, lábainak hajlítása és a vágó-hajlító egység pozicionálása,



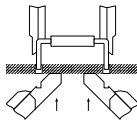
Szereléstechológiák - forrasztás

13 / 46

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés



1. az alkatrész kivágása a hevederből, ahova az alkatrészeket előzőleg a beültetési sorrendben hevederezték be,
2. az alkatrész befogása, lábainak hajlítása és a vágó-hajlító egység pozicionálása,
3. az alkatrész beültetése a szerelőlemezbe, a kivezető huzalok levágása,



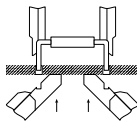
Szereléstechológiák - forrasztás

14 / 46

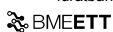
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés



1. az alkatrész kivágása a hevederből, ahova az alkatrészeket előzőleg a beültetési sorrendben hevederezték be,
2. az alkatrész befogása, lábainak hajlítása és a vágó-hajlító egység pozicionálása,
3. az alkatrész beültetése a szerelőlemezbe, a kivezető huzalok levágása,
4. az alkatrészek mechanikai rögzítése a furatban a kivezetők elhajlításával.



Szereléstechológiák - forrasztás

15 / 46

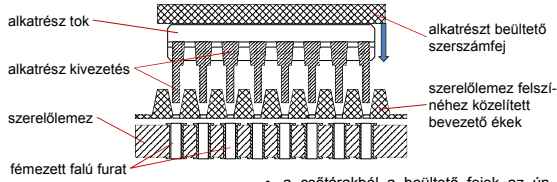
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Szereléstechológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FURATSZERELT AKTÍV ALKATRÉSZEK BEÜLTETÉSE (DIP INSERTION)

Kivezetések igazítása a furathoz



- a csőtárból a beültető fejek az ún. **DIP szerszámokkal** ültetik be az alkatrészeket



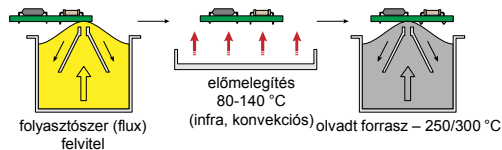
BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

16 / 46

HULLÁMFORRASZTÁS

A hullámförasztás a **furatszerelt alkatrészek** leggyakoribb **gépesített forrasztási** technológiája. A forrasztanyagot és hőt egyaránt a forraszhullám biztosítja. A lemezt szállítószalag vontatja át a hullámförasztón, sebesség: 1,3-1,5 m/min.



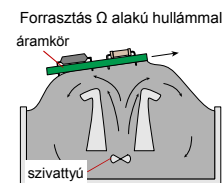
1. Alkatrészek beültetése kézi, gépi - automatizált
2. Folyasztószer felvitele habosítás, permetezés
3. Előmelegítés infrasugárzás, kényszerkonvekció
4. Forrasztás Omega hullám, kettős hullám

BMEETT

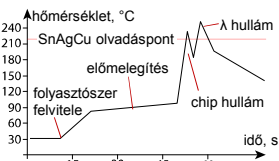
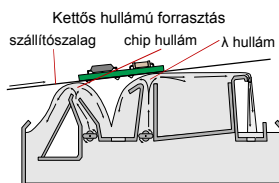
Szereléstechonológiák - forrasztás

17 / 46

HULLÁMFORRASZTÁS



Chip hullám: turbulens, gyors áramlási sebességű hullám biztosítja a kontaktusfelületekre a szükséges forrasztóanyag mennyiségét.
λ hullám: lamináris, lassú áramlási sebességű hullám eltávolítja a forrasztóanyagot és megszünteti az esetleges zárlatokat.



BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

18 / 46

Szereléstechonológiák - Hullámförasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FURATKITÖLTÉS – KAPILLÁRIS HATÁS

Kapilláris hatás: a folyadék nedvesíthető falú csőben emelkedik, nem nedvesíthetőben süllyed.

A felületi feszültségből származó erővel a folyadékoszlop súlya tart egyensúlyt:

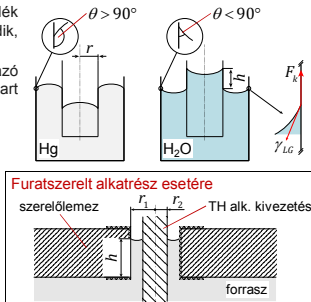
$$F_k = \gamma_{LG} \cdot \cos \theta \cdot 2\pi r \quad F_h = \rho g h \cdot r^2 \pi$$

$$F_k = F_h \rightarrow h = \frac{2\gamma_{LG} \cdot \cos \theta}{\rho g r}$$

γ_{LG} - felületi feszültség a folyadék-gáz határfelületen

r - a bemenülő cső keresztmetszeti belső sugara

$\cos \theta$ - peremszög ρ - sűrűség



Furatszerelt alkatrész esetére

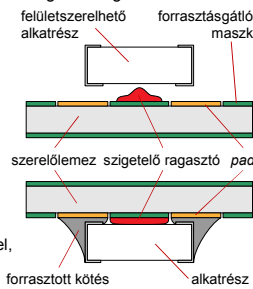
$$F_k = \gamma_{LG} \cdot \cos \theta \cdot 2\pi(r_1 + r_2) \quad F_h = \rho g h \cdot \pi(r_1^2 - r_2^2) \quad h = \frac{\gamma_{LG} \cdot \cos \theta \cdot 2 \cdot (r_1 + r_2)}{\rho g(r_1^2 - r_2^2)}$$

FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK HULLÁMFORRASZTÁSA

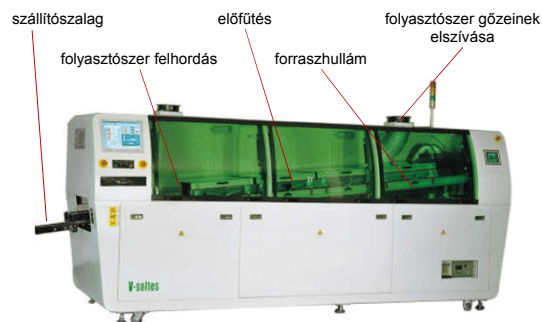
A felületszerelt alkatrészek is forraszthatók hullámforrasztással, de előtte azokat **fel kell ragasztani** a szerelelemezre szigetelő ragasztóval.

A hullámforrasztás előtti lépések felületszerelt alkatrészek esetén:

1. Ragasztófelvitel a szerelelemezre
2. Alkatrészek beültetése a ragasztóba
3. Ragasztó térhálósítása kb. 150 °C-on; a ragasztás után az alkatrész mechanikailag rögzített
4. A szerelelemez megfordítása és hullámforrasztása (folyasztószer felvitel, előmelegítés, forrasztás)



HULLÁMFORRASZTÓ BERENDEZÉS



Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

HULLÁMFORRASZTÓ BERENDEZÉS

forraszhullám

BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

22 / 46

A FORRASZTOTT KÖTÉS MINŐSÉGI KÖVETELMÉNYEI – IPC610

A jó minőségű forrasztott kötés általános ismérvei: csillogó, **fényes** (ólommentes kevésbé), **sima** és **homogén felület**; a hosszmetsete **homorú** (konkáv) alakú.

- A kivezetést körbeveszi a forrasz legalább 270/330°-ban
- A forrasztási felület >75%/100%-át nedvesíti a forrasz
- A furatkitöltés legalább 75-100%
- Maximum 25% forraszhány megengedett beleértve az alsó-felső oldali hiányt

BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

23 / 46

AZ ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁS

Az újraömlésztéses forrasztási technológia alapvetően három lépésből áll; a forrasz megjelenési formája a forraszpasztá:

- forraszpasztá felvitele** cseppadagolással (L. 1.2) vagy stencilnyomtatással,
- alkatrészek beültetése** (pick&place, collect&place),
- a forrasztóvözet újraömlésztése** többnyire kemencében.

	Rasztér- osztás	Forrasz szemcsék átmérője
		>90% <1% nagyobb,
Type 1	1 mm	150 µm...75 µm 150 µm
Type 2	0.63 mm	75 µm...45 µm 75 µm
Type 3	0.5 mm	45 µm...25 µm 45 µm
Type 4	0.4 mm	38 µm...20 µm 38 µm
Type 5	0.3 mm	25 µm...15 µm 25 µm
Type 6	0.2 mm	15 µm...5 µm 15 µm

Felületszerelt ellenállás

BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

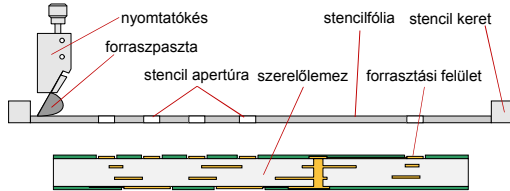
24 / 46

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

A STENCILNYOMTATÁS

A forraszpaszta felviteléhez alkalmazott **stencil** 75–200 μm vastagságú **fém fólia**, melyen **ablakokat** (apertúrákat) **alakítanak ki** a szerelőlemez kontaktusfelületeinek megfelelően.

Sablonnyomtatás (stencilnyomtatás) **gyors**, tömeges **pasztafelvitelt** tesz lehetővé; relative drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.

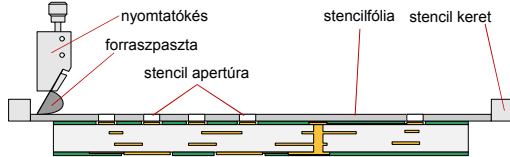


A STENCILNYOMTATÁS FOLYAMATA

A forraszpaszta felviteléhez alkalmazott **stencil** 75–200 μm vastagságú **fém fólia**, melyen **ablakokat** (apertúrákat) **alakítanak ki** a szerelőlemez kontaktusfelületeinek megfelelően.

Sablonnyomtatás (stencilnyomtatás) **gyors**, tömeges **pasztafelvitelt** tesz lehetővé; relative drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.

1. Szerelőlemez illesztése a stencilhez

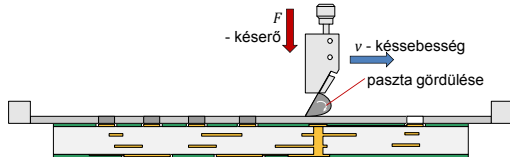


A STENCILNYOMTATÁS FOLYAMATA

A forraszpaszta felviteléhez alkalmazott **stencil** 75–200 μm vastagságú **fém fólia**, melyen **ablakokat** (apertúrákat) **alakítanak ki** a szerelőlemez kontaktusfelületeinek megfelelően.

Sablonnyomtatás (stencilnyomtatás) **gyors**, tömeges **pasztafelvitelt** tesz lehetővé; relative drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.

2. Kés húzása a stencilen – apertúra kitöltése



Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

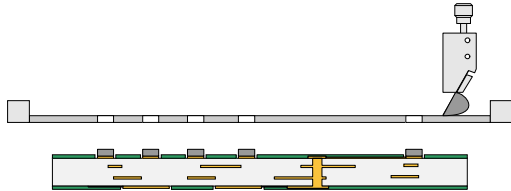
ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

A STENCILNYOMTATÁS FOLYAMATA

A forraszpaszta felviteléhez alkalmazott **stencil** 75–200 µm vastagságú **fém fólia**, melyen **ablakokat** (apertúrákat) **alakítanak ki** a szerelőlemez kontaktusfelületeinek megfelelően.

Sablonnyomtatás (stencilnyomtatás) **gyors**, tömeges **pasztafelvitelt** tesz lehetővé; relative drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.

3. Szerelőlemez elválasztása a stenciltől



A STENCILEK FELÉPÍTÉSE

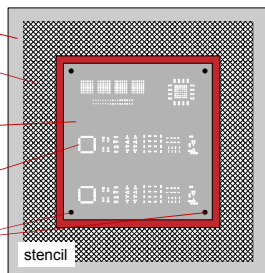
A stencilfóliát fém szitaszövettel feszítik a stencil keretéhez. A **stencilfólia feszességének mértéke ~ 50 N/cm**.

Alumínium keret
Feszítő szitaszövet
(rozsdamentes acél)

Stencilfólia
- rozsdamentes acél
- vagy nikkel

Nyomtatási kép,
apertúrák

Illesztési segédábra
(fiducialis jel)

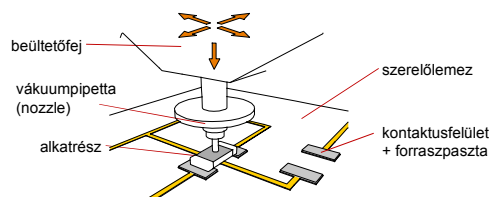


AZ ALKATRÉSZBEÜLTETÉS FOLYAMATA

Csoportosítás **automatizáltság foka** szerint:
kézi, fél-automata, automata

Csoportosítás a **beültetőfej kialakítása** szerint:
megfog és beültet - *pick&place*, összegyűjt és beültet - *collect&place*

4. Alkatrész pozicionálása a szerelőlemez megfelelő helyére, alkatrész beültetése a forraszpasztába (hullámforrasztásnál a ragasztóba)



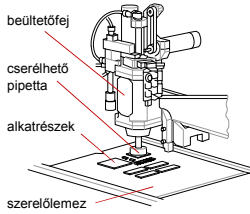
Szereléstechológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

BEÜLTETŐFEJ KIALAKÍTÁSOK

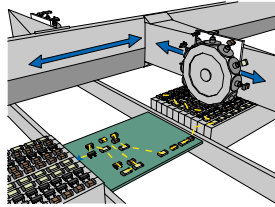
Megfog és beültet - pick&place:

- lassú, nagyon pontos gépek
- finom raszter-osztású IC-k beültetésére
- sebesség: ~ 14.000 alk./óra



Összegyűjt és beültet - collect&place:

- gyors, kevésbé pontos gépek
- kis méretű (főleg passzív) SMD alkatrészek beültetésére
- sebesség: ~ 40.000–90.000 alk./óra



Szereléstechonológiák - forrasztás

31 / 46

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ÚJRAÖMLESZTŐ KEMENCÉK



Tálcás újraömlasztó kemencék:

- főleg infravörös sugárzást alkalmaznak a melegítésre
- csak 1 zóna
- kis méret
- gyártósorba nem kapcsolható berendezések
- alacsony termelékenység
- kis darabszámú szériákhoz, labormunkákhoz ajánlott



Szállítószalagos alagútkemencék:

- a szerelvény különböző hőmérsékletű zónákban halad keresztül
- a fűtőzónák hőmérséklete állítható
- a hőprofil a zónák hőmérsékletétől és a szállítószalag sebességétől függ
- 3–12 fűtőzóna
- a legújabb és legerjedtebb kemencék kényszerkonvekciós fűtést alkalmaznak

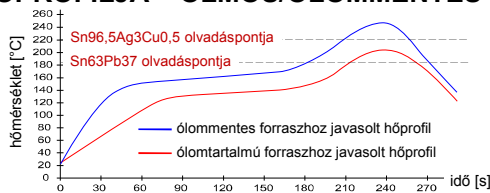


Szereléstechonológiák - forrasztás

32 / 46

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁS HŐPROFILJA – ÓLMOS/ÓLOMMENTES



Profil szakasz	ólomtartalmú forrasztás	ólommentes forrasztás
Melegítés (ramp)	Hőmérséklet tartomány: 0-120 °C Hőmérséklet változás: <2 °C/s Szakaszon töltött idő: 60-150 s	Hőmérséklet tartomány: 0-150 °C Hőmérséklet változás: 2-4 °C/s Szakaszon töltött idő: 60-150 s
Hőntartás (soak)	Hőmérséklet tartomány: 120-150 °C Szakaszon töltött idő: 60-90 s	Hőmérséklet tartomány: 150-190 °C Szakaszon töltött idő: 60-120 s
Újraömlasztás (reflow)	Csúshőmérséklet: 205-230 °C Szakaszon töltött idő: 45-90 s	Csúshőmérséklet: 230-255 °C Szakaszon töltött idő: 20-60 s
Hűlés (cool down)	Hűlés 130 °C-ig Hőmérséklet változás: 3-4 °C/s	Hűlés 130 °C-ig Hőmérséklet változás: 4-5 °C/s



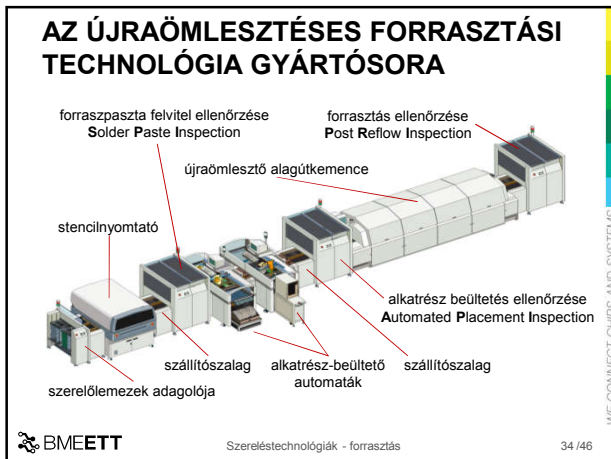
Szereléstechonológiák - forrasztás

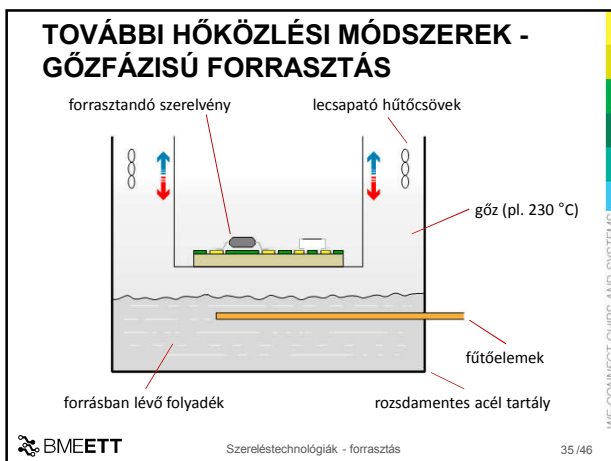
33 / 46

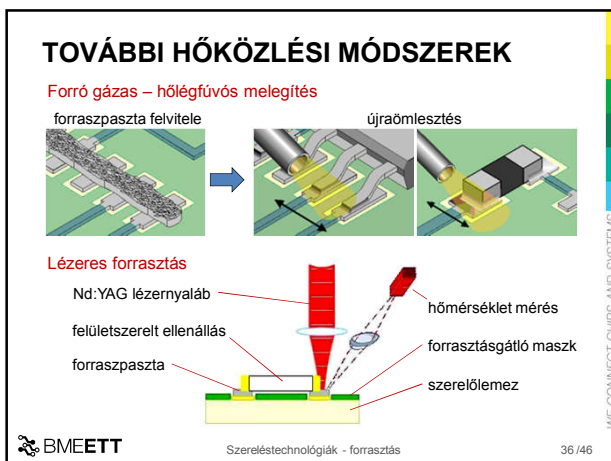
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK





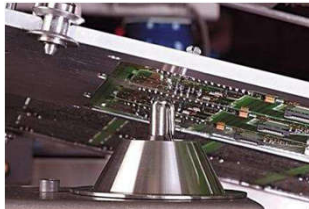
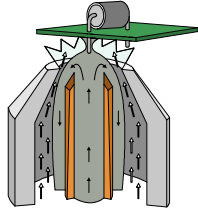


Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

MINIHULLÁM, KÉMÉNYES SZELEKTÍV HULLÁMFORRASZTÁS (MINIWAVE)

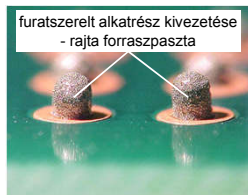
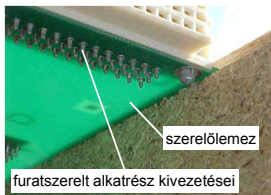
Speciális forrasztófejjel **kisméretű félgömbömszerű forraszhullámot** állítunk elő. Ezt a forraszhullámot a forrasztási helyek alá pozicionálva, **kivezetőnként létrehozuk a forrasztott kötéseket**. Előzetesen a folyasztószer felvitele és az előmelegítés történhet ugyanabban a berendezésben.



A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA

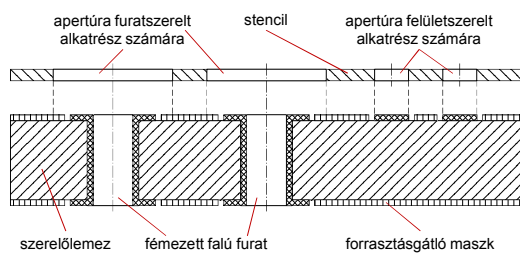
Furat- és felületszerelt alkatrészek **forrasztása** egy lépésben, **újraömllesztéses (reflow) technológiával** történik. Az alkatrészekkel szemben támasztott **követelmények**:

- **tokozásuk bírja az újraömllesztéses forrasztás csúcshőmérsékletét,**
- **úgy legyenek csomagolva, hogy a beültető gépek tudják kezelni azokat.**



A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

0. Kiindulás

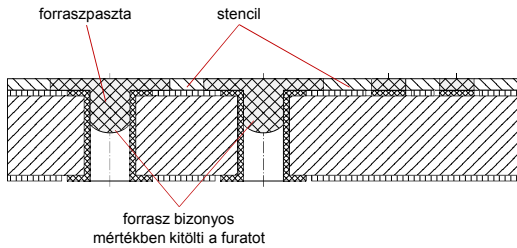


Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

1. Stencilnyomtatás



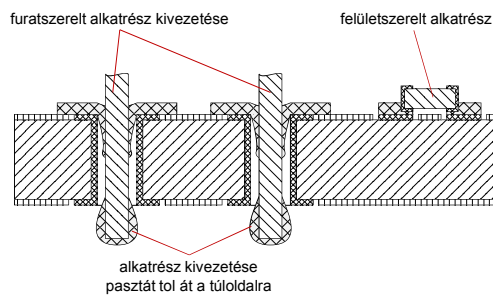
Szereléstechonológiák - forrasztás

40 / 46

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

2. Alkatrészek beültetése



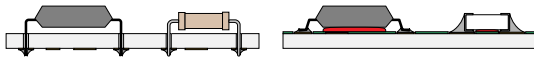
Szereléstechonológiák - forrasztás

41 / 46

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

1. típus: egyoldalas furatszerelés / (egyoldalas felületszerelés) - hullámforrasztás



2. típus: egyoldalas forrasztott vegyes szerelés: felületszerelt alkatrészek újraömlesztéses, furatszerelt alkatrészek hullámforrasztással



3. típus: kétoldalas vegyes szerelés: felületszerelt alkatrészek újraömlesztéses, furatszerelt alkatrészek szelektív hullámforrasztással / PIP technológia



Szereléstechonológiák - forrasztás

42 / 46

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

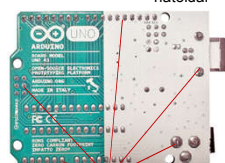
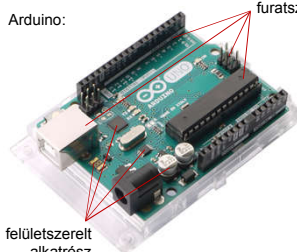
ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

3. típus: **kétoldalas vegyes szerelés:** felületszerelt alkatrészek újraömlesztéses, furatszerelt alkatrészek szelektív hullámforrasztással / **PIP technológia**

Arduino:

furatszerelt alkatrész

háttoldal



felületszerelt
alkatrész

furatszerelt kötések
(teljes oldal hullámforrasztva)



Szereléstechológiák - forrasztás

43 / 46

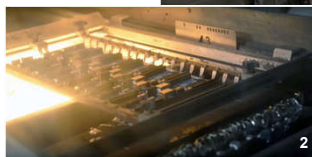
ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

Arduino:



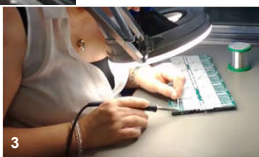
Felületszerelés és újraömlésztés.

Utána furatszerelt
alkatrészek beültetése.



<https://youtu.be/z9ZuZqdjb8>

Montírkkeretben
hullámforrasztás.



Esetleges kézi javítás. <https://youtu.be/EO2Wu5Lws9A>



Szereléstechológiák - forrasztás

44 / 46

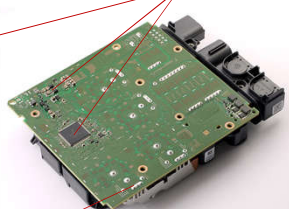
ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

Speciális vegyes megoldások
(autóelektronika)

felületszerelt alkatrészek



felső oldal



háttér

Nagyáramú modulok furatszerelve



Szereléstechológiák - forrasztás

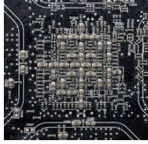
45 / 46

Szereléstechológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

TARTALOMJEGYZÉK

- Forrasztás definíciója
- Ötvözetek egyensúlyi diagramja (fázisdiagram)
 - Eutektikus rendszer egymásban szilárd állapotban korlátoltan oldódó komponensekkel
 - Háromalkotós állapotábra
- Hullámforrasztási technológia
 - alkatrészek beültetése, mechanikai rögzítése
 - folyasztószer felviteli eljárások
 - hullámforrasztás folyamata, hőprofilja
- Újraömlesztéses forrasztási technológia
 - stencilnyomtatás
 - alkatrészbeültetés
 - forrasztási folyamat



WE CONNECT PEOPLE AND SYSTEMS
