

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK



2 ELEKTRONIKAI SZERELÉS- ÉS KÖTÉSTECHNOLÓGIÁK

2-02 FURAT- ÉS FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK FORRASZTÁSI TECHNOLÓGIÁI

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA ÉS ANYAGISMERET
VIETAB00

 BMEETT
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

1

FORRASZTÁS

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

Forrasztótvözetek:

ólomtartalmú forrasztótvözetek:

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

ólommentes forrasztótvözetek:

- 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 forraszt terülését

Oldószer: alkohol, víz

Szilárd fázis: fenyőgyanta, szintetikus gyanta

Aktívátor: halogénezett, halogénmentes

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

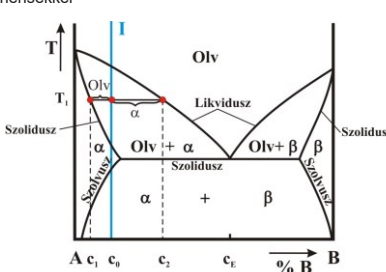
VOC-free (Volatile Organic Compound): szerves illékony vegyületektől mentes

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

2

KÉTALKOTÓS ÖTVÖZET EGYENSÚLYI DIAGRAMJA (FÁZISDIAGRAM)

Eutektikus rendszer egymásban szilárd állapotban korlátoltan oldódó komponensekkel



A c₁ c₀ c₂ c_e % B

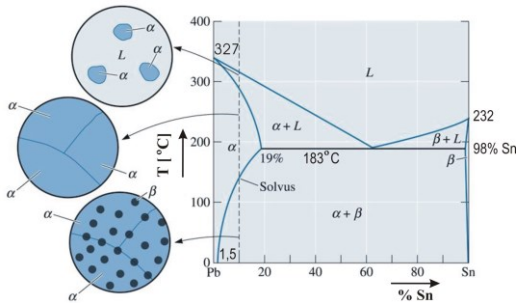
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

3

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

ÓLOM-ÓN FÁZISÁTALAKULÁSAI 10% ÓNTARTALOMNÁL



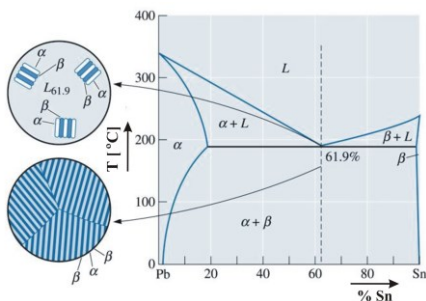
BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

4/48

4

ÓLOM-ÓN ÖTVÖZETRENDSZERBEN EUTEKTIKUS ÁTALAKULÁS



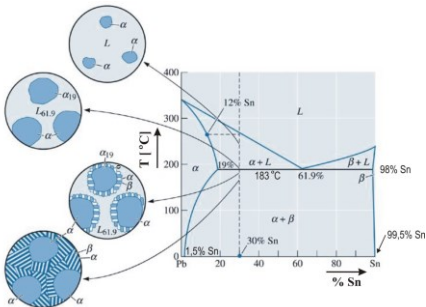
BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

5/48

5

SZILÁRD OLDAT ÉS EUTEKTIKUS ÁTALAKULÁS 30% ÓNTARTALOMNÁL



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

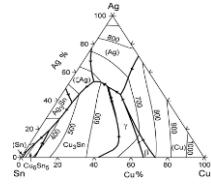
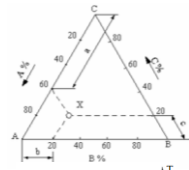
6/48

6

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.

BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

7/48

7

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. Forraszanyag (Solder alloy)

- Forraszhuzal folyasztószer töltettel (flux core wire)

3. Forrasztó páka (Soldering iron)

- Tollszerű fogású szerszám cserélhető hegygel

4. Tisztítószer, technológiai segédanyagok

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



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

8/48

8

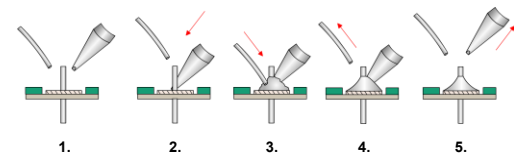
A KÉZI FORRASZTÁS FOLYAMATA

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 forraszanyagtól.



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

9/48

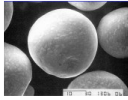
9

Szereléstechológiák - 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



BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

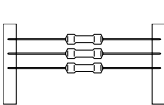
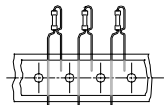
10/48

10

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés

kétoldalas hevederezés



BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

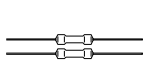
11/48

11

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés

kétoldalas hevederezés



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

BMEETT

Szereléstechonológiák - forrasztás

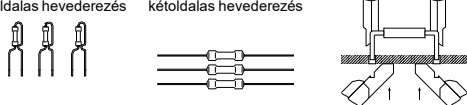
12/48

12

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**,

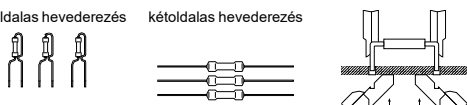
BMEETT Szereléstechonológiák - forrasztás 13/48

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

13

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**,

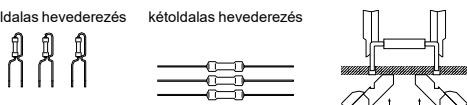
BMEETT Szereléstechonológiák - forrasztás 14/48

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

14

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.

BMEETT Szereléstechonológiák - forrasztás 15/48

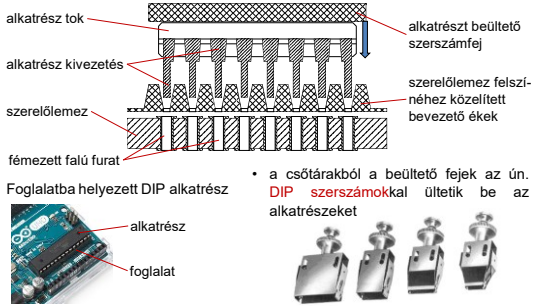
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

15

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FURATSZERELT AKTÍV ALKATRÉSZEK BEÜLTETÉSE (DIP INSERTION)

Kivezetések igazítása a furathoz



BMEETT

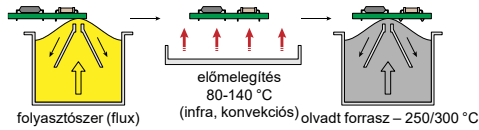
Szereléstechológiák - forrasztás

16/48

16

HULLÁMFORRASZTÁS

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



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

BMEETT

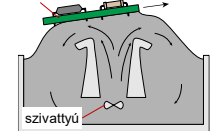
Szereléstechológiák - forrasztás

17/48

17

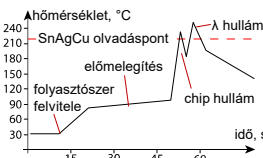
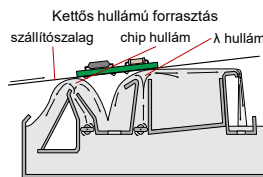
HULLÁMFORRASZTÁS

Forrasztás Q alakú hullámmal áramkör



Chip hullám: turbulens, gyors áramlási sebességű hullám biztosítja a kontaktusfelületekre a szükséges forrasztóanyag mennyiségét.

λ hullám: lamináris, lassú áramlási sebességű hullám eltávolítja a forrasztótöbbletet és megszünteti az esetleges zárlatokat.



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

18/48

18

Szereléstechológiák - Hullámforrasztás

FURATKITÖLTÉS – KAPILLÁRIS HATÁS

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

A felületi feszültségből származó erővel a folyadékoszlop súlya tart egyensúlyt:

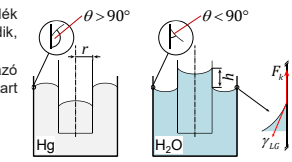
$$F_k = \gamma_{LG} \cdot \cos \theta \cdot 2\pi r \quad F_g = \rho g h \cdot \pi r^2$$

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

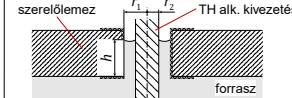
γ_{LG} - felületi feszültség a folyadék-gáz határfelületen

r - a bemenülő cső keresztmetszeti belső sugara

$\cos \theta$ - peremszög ρ - sűrűség



Furatszerelt alkatrész esetére



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

BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

19/48

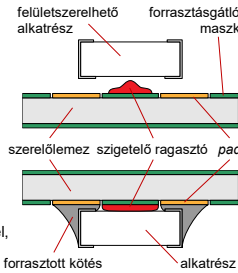
19

FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK HULLÁMFORRASZTÁSA

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

A hullámforrasztás előtti lépések felületszerelt alkatrészek esetén:

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



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

20/48

20

HULLÁMFORRASZTÓ BERENDEZÉS

szállítószalag előfűtés folyasztószer gőzeinek
folyasztószer felhordás forrasztóhullám elszívása



BMEETT

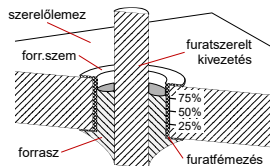
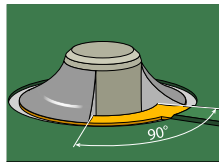
Szereléstechológiák - forrasztás

21/48

21

A FORRASZTOTT KÖTÉS MINŐSÉGI KÖVETELMÉNYEI – IPC610

A jó minőségű forrasztott kötés általános ismérvei: csillogó, **fényes** (ólommentes kevésbé), fémtiszta, **sima** és **homogén felület**; a hosszmetSZETE **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% forraszhiány megengedett beleértve az alsó-felső oldali hiányt

BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

22/48

22

AZ ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁS

Az újraömllesztés forrasztási technológia alapvetően három lépésből áll; a forrasz megjelenési formája a forraszpaszta:

- forraszpaszta felvitel** csepppadagolással (L. 1.2) vagy stencilnyomtatással,
- alkatrészek beültetése** (pick&place, collect&place),
- a forrasztóvázet újraömllesztése** többnyire kemencében.



	Raszter- 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

Felület szerelt ellenállás



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

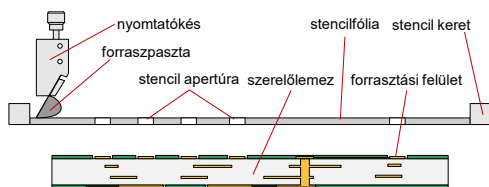
23/48

23

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; relatíve drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

24/48

24

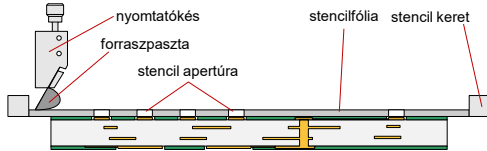
ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

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; relatíve drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.

1. Szerelőlemez
illesztése a stencilhez



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

25/48

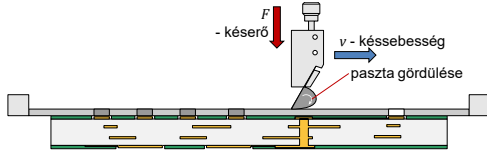
25

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; relatíve drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.

2. Kés húzása a stencilen
– apertúrák kitöltése



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

26/48

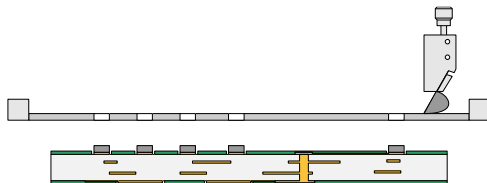
26

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; relatíve drága, a tömeggyártáshoz ajánlott.

3. Szerelőlemez
elválasztása a stenciltől



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

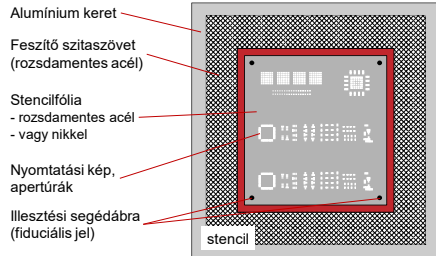
27/48

27

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

A STENCILEK FELÉPÍTÉSE

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



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

28/48

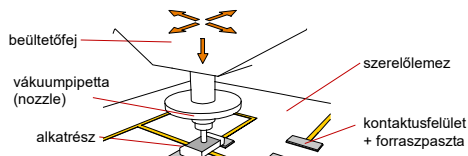
28

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)



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

29/48

29

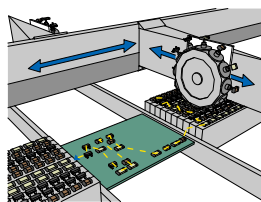
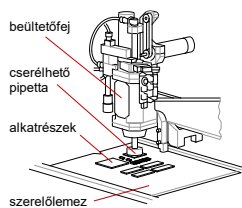
BEÜLTETŐFEJ KIALAKÍTÁSOK

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



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

30/48

30

ÚJRAÖMLESZTŐ KEMENCÉK



Tálcás újraömlesztő kemencék:

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

Szállítószalagos alagútkenecék:

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



Szereléstechológiák - forrasztás

31/48

31

ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁS HŐPROFILJA – ÓLMOS/ÓLOMMENTES



Profil szakasz	ólomtartalmú forrasz	ólommentes forrasz
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
Újraömlésztés (reflow)	Csúcs hőmérséklet: 205-230 °C Szakaszon töltött idő: 45-90 s	Csúcs hőmérséklet: 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



Szereléstechológiák - forrasztás

32/48

32

AZ ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁSI TECHNOLÓGIA GYÁRTÓSORA



forraszpaszta felvitel ellenőrzése
Solder Paste Inspection

forrasztás ellenőrzése
Post Reflow Inspection

újraömlésztő alagútkenecs

stencilnyomtató

alkatrész beültetés ellenőrzése
Automated Placement Inspection

szállítószalag

alkatrész-beültető automaták

szállítószalag

szerelőlemezek adagolója

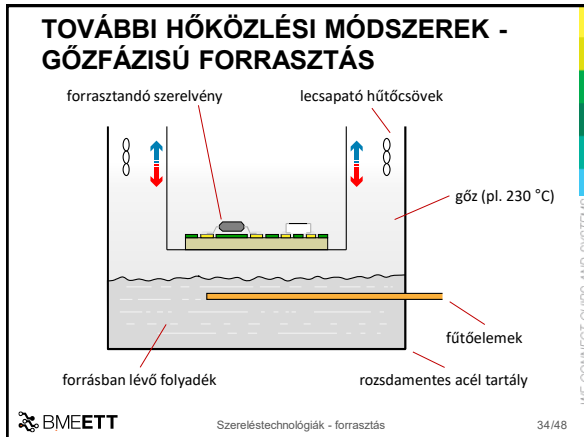


Szereléstechológiák - forrasztás

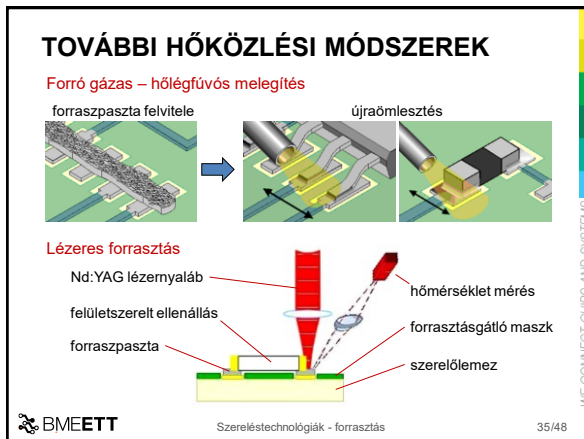
33/48

33

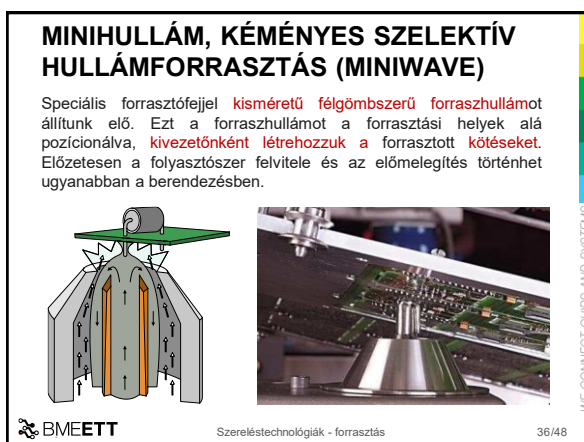
Szereléstechológiák - Hullámforrasztás



34



35



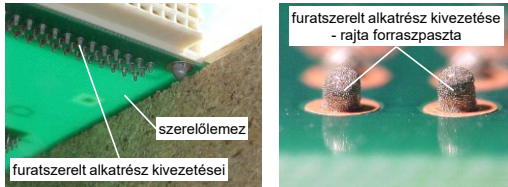
36

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA

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

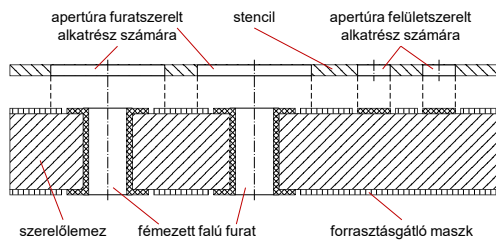
- tokozásuk bírja az újraömlesztéses forrasztás csúcshőmérsékletét,
- úgy legyenek csomagolva, hogy a beültető gépek tudják kezelni azokat.



37

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

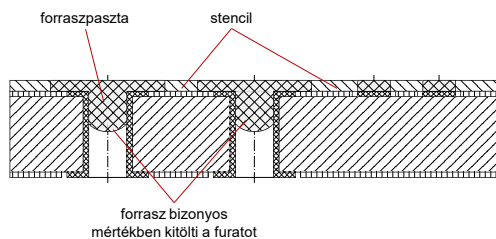
0. Kiindulás



38

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

1. Stencilnyomatás



39

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

2. Alkatrészek beültetése

furatszerelt alkatrész kivezetése felületszerelt alkatrész

alkatrész kivezetése pasztát tol át a túloldalra

BMEETT Szereléstechológiák - forrasztás 40/48

40

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

3. Forrasztás

furatszerelt alkatrész kivezetése forrasztott kötés

forrasztott kötés forrasztásgátló maszk

BMEETT Újraömlésztéses forrasztás, szelektív forrasztás 41/48

41

TÚLNYOMTATÁS

	Határértékek	Ajánlott értékek
Furatátmérő	0,63...1,6 mm	0,75...1,25 mm
Alkatrész-kivezetés átmérője	Furatátmérőnél legalább 75 µm-el kisebb	Furatnál 125 µm-el kisebb
Apertúra átmérője	Legfeljebb 6,35 mm	Legfeljebb 4 mm
Stencil vastagsága	0,125...0,635 mm	0,150...0,2 mm

apertúra furatszerelt alkatrészhez stencilfólia apertúrák felületszerelt alkatrészhez

szerelőlemez fémezett falú furat forrasztásgátló maszk pad SMD alkatrészhez

BMEETT Újraömlésztéses forrasztás, szelektív forrasztás 42/48

42

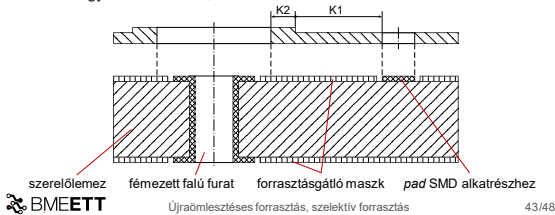
ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

LÉPCSŐS STENCILEK

Additív technológia **galvanizálással**, vagy **szubtraktív** kialakítás **kémiai maratással**.

Tervezési szabályok:

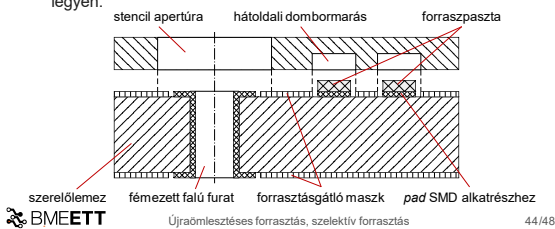
- A lépcső magassága legfeljebb 75 μm legyen.
- K1: távolság a lépcső éle és a legközelebbi felületszerelt alkatrész között legyen minimum a lépcsőmagasság 36 szorosa.
- K2: legyen minimum 0,65 mm.



43

NYOMTATÁS KÉT STENCILLEL

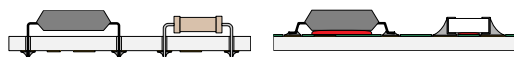
- Első nyomtatás** a finom raszter-osztású, felületszerelt alkatrészekhez megfelelő vastagságú stencillel (125...175 μm).
- Második nyomtatás** a furatszerelt alkatrészekhez megfelelő vastagságú stencillel (400...760 μm), a felületszerelt alkatrészek helyénél hátoldali dombormarás a paszta elkenődésének megakadályozására. Dombormarás mélysége minimum 200 μm legyen.



44

ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

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



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



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



BMEETT

Szereléstechológiák - forrasztás

45/48

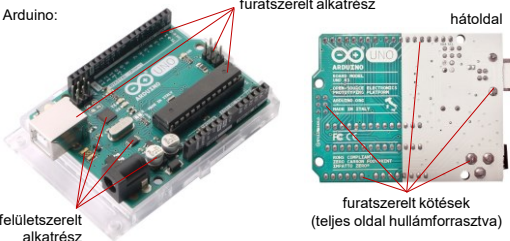
45

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

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

Arduino:



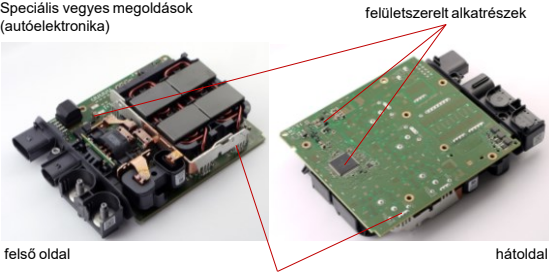
hátoldal

46

BMEETT Szerelestechnológiák - forrasztás 46/48

ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

Speciális vegyes megoldások (autóelektronika)



hátdal

47

BMEETT Szerelestechnológiák - forrasztás 47/48

TARTALOMJEGYZÉK

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



48

BMEETT Szerelestechnológiák - forrasztás 48/48
