

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK


MŰEGYETEM 1782

1 ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

1-02 FURAT- ÉS FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK SZERELÉSE- FORRASZTÁSA HULLÁMFORRASZTÁSSAL

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA ÉS ANYAGISMERET
VIETAB00


 BMEETT
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANTÁRSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TARTALOMJEGYZÉK

- Szereléstechonológiák automatizálása
 - furatszerelés
 - felületszerelés
- Forrasztás definíciója
- Hullámforrasztási technológia
 - alkatrészek beültetése, mechanikai rögzítése
 - folyasztószer felviteli eljárások
 - hullámforrasztás folyamata, hőprofilja
- Furatszerelt alkatrészek forrasztott kötéseinek minőségi követelményei

 BMEETT

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

2/25

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK AUTOMATIZÁLÁSA

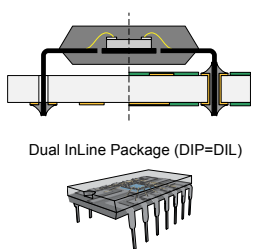
Furatszerelés (Through Hole Technology)

A furatszerelhető alkatrészek kivezetőit a szerelőlemez furataiba illesztik és többnyire másik oldalon forrasztják be.


A furatszerelés **hátrányai**:

- a szerelőlemez mindkét oldalát igénybe veszi
- az alkatrészek helyfoglalása nagy
- nagy kivezetőszám (>40) esetén a **beültetés gépesítése nehézkes**:
 - az alkatrészek kiviteli formái igen eltérőek,
 - az alkatrészek kivezetéseinek rasztertávolsága pontatlan.

A szerelés utáni **bekötési művelet** a kézi forrasztás vagy a **hullámforrasztás**.



Dual InLine Package (DIP=DIL)

 BMEETT

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

3/25

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

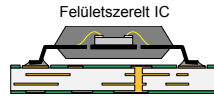
SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK AUTOMATIZÁLÁSA

A felületi szereléstechológia (Surface Mount Technology) alkatrészeit (Surface Mounted Devices) a szerelőlemez felületén, az alkatrészeket a kötött elrendezésű kivezetéseknek („footprint”) megfelelően kialakított **felületi vezeték mintázatra** (forrasztási felületekre – „pad”) **ültetik rá és ugyanazon az oldalon forrasztják** be.

A felületszerelés **előnyei**:

- azonos funkció mellett sokkal **kisebb méret**
- **nagyobb integráltság**, felületegységre eső funkciók száma nagyobb
- **könnyen automatizálható**, az alkatrészek tok típusai szabványosítottak

A kötési technológia az esetek döntő többségében forrasztás, ritkán pl. hőre érzékeny alkatrészeknél vezetőszerelés.



FORRASZTÁS

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

Oldószer: alkohol, víz

Szilárd fázis: fenyőgyanta, szintetikus gyanta

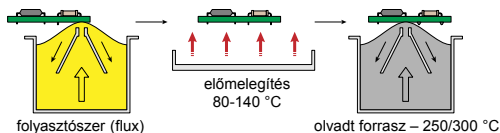
Aktívátor: halogénezett, halogénmentes

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

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

HULLÁMFORRASZTÁS

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



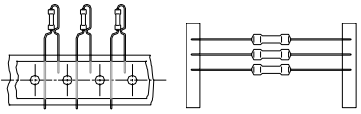
1. Alkatrészek beültetése
kézi, gépi - automatizált
2. Folyasztószer felvittele
habosítás, permétezés
3. Előmelegítés
infrásugárzás, kényszerkonvekció
4. Forrasztás
Omega hullám, kettős hullám

Szereléstechológiák - Hullámforrasztás

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés



BMEETT Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás 7/25

ME CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés



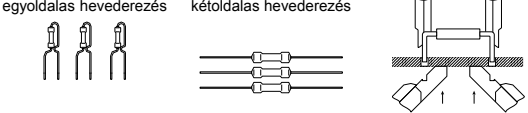
1. az alkatrész kivágása a hevederből, ahova az alkatrészeket előzőleg a beültetési sorrendben hevederezték be,

BMEETT Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás 8/25

ME 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,

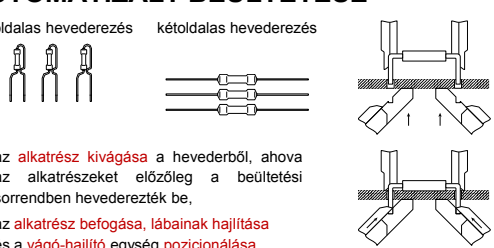
BMEETT Szereléstechonológiák - Hullámforrasztás 9/25

ME CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés

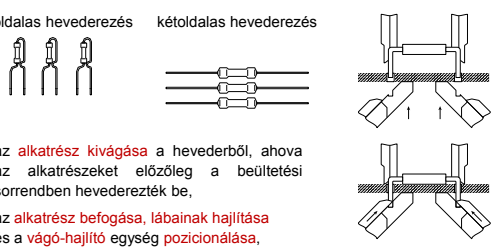


1. az alkatrész kivágása a hevederből, ahova az alkatrészeket előzőleg a beültetési sorrendben hevederezték be,
2. az alkatrész befogása, lábainak hajlítása és a vágó-hajlító egység pozicionálása,
3. az alkatrész beültetése a szerelőlemezbe, a kivezető huzalok levágása,

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 10/25

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK AUTOMATIZÁLT BEÜLTETÉSE

egyoldalas hevederezés kétoldalas hevederezés

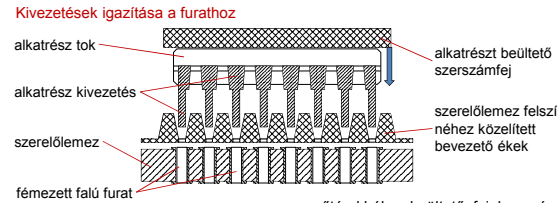


1. az alkatrész kivágása a hevederből, ahova az alkatrészeket előzőleg a beültetési sorrendben hevederezték be,
2. az alkatrész befogása, lábainak hajlítása és a vágó-hajlító egység pozicionálása,
3. az alkatrész beültetése a szerelőlemezbe, a kivezető huzalok levágása,
4. az alkatrészek mechanikai rögzítése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

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 11/25

FURATSZERELT AKTÍV ALKATRÉSZEK BEÜLTETÉSE (DIP INSERTION)


Kivezetések igazítása a furathoz



alkatrész tok alkatrészt beültető szerszámfej szerelőlemez felszínéhez közelített bevezető ékek fémezett falú furat

beültetett DIP alkatrész

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



BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 12/25

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FOLYASZTÓSZER FELVITEL

habosító fej
sűrített levegő

áramkör
permetezőfej

Habosítással

- a habosítás **egyszerű**, olcsó
- a folyasztószer habzása a befűjt gáz eloszlásától erősen függ
- az 50–60 cm hosszú habosító fejen a **habzás intenzitása** térben erősen változhat

Permetezéssel

- fúvókákon keresztül porlasztják a folyasztószert és permetezik
- a felvitt folyasztószer **menyisége** és eloszlása sokkal **pontosabban** kontrollálható
- **érzékeny** a folyasztószer **sűrűségének változására**

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 13/25

ELŐMELEGÍTÉS

Az előfűtési szakasz **célja**, hogy **aktiválja** az előzőleg felvitt **folyasztószert**, valamint, hogy **előmelegítse az áramkört** a hullámforrasztás előtt, ezzel elkerülve, hogy az hő sokkot kapjon a forrasztás során. Az előfűtési szakaszban szobahőmérsékletről 80–140 °C körüli értékre fűtjük az áramkört, 1–1,2 °C/s-os meredekséggel.

szerelelemezt szállító befogók
infra sugárzók

szerelelemezt szállító befogók
fúvókák

Infrasugárazás

- előnye a **jó hatásfok**
- eltérő anyagú alkatrészek **eltérő** mértékben **melegednek**

Kényszerkonvekció

- előnye a sokkal **egyenletesebb melegítés**
- hátrány a **rosszabb hatásfok**

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 14/25

HULLÁMFORRASZTÁS

Forrasztás Ω alakú hullámmal
áramkör
szivattyú

Kettős hullámú forrasztás
szállítószalag chip hullám λ hullám

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.

Áhőmérséklet, °C
240
210
180
150
120
90
60
30

SnAgCu olvadáspont
előmelegítés
folyasztószer felvitele
chip hullám
 λ hullám

idő, s
15 30 45 60

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 15/25

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

HULLÁMFORRASZTÓ BERENDEZÉS

szállítószalag előfűtés folyasztószer gőzeinek elszívása
folyasztószer felhordás forrasz hullám

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 16/25

FURATKITÖLTÉS – KAPILLÁRIS HATÁS

Kapilláris hatás: a folyadék nedvesíthető falú csőben emelkedik, nem nedvesíthetőben süllyed. A felületi feszültségből származó erővel a folyadékoszlop súlya tart egyensúlyt:

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

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

γ_{LG} - felületi feszültség a folyadék-gáz határfelületen
 r - a bemenülő cső keresztmetszeti belső sugara
 $\cos \theta$ - peremszög ρ - sűrűség

Furatszerelt alkatrész esetére

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

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 17/25

FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK HULLÁMFORRASZTÁSA

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

A hullámforrasztás előtti lépések felületszerelt alkatrészek esetén:

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

felületszerelhető alkatrész forrasztásgátló maszk
szerelőlemez szigetelő ragasztó pad
forrasztott kötés alkatrész

BMEETT Szerelestechnológiák - Hullámforrasztás 18/25

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

RAGASZTÓFELVITEL CSEPPADAGOLÁSSAL

Idő/nyomás elvű
nyomás
ragasztó
távtartó
szerelelemez

Csavarorsós
nyomás
ragasztó
csavarorsó

Sugaras cseppadagoló
nyomás
ragasztó
szolenoid
adagoló fej
szerelelemez

Idő/nyomás, csavarorsós:

- kontakt eljárások, a távtartó hozzáér a szerelelemezhez
- a felvitt csepp térfogata függ az adagoló tű átmérőjétől és a távtartó hosszától is
- fontos a tű folyamatos tisztítása
- ellenőrizni kell a távtartó hosszát

Sugaras cseppadagoló:

- kontaktusmentes eljárás
- gyors, pontos
- ~20.000 csepp/óra
- a csepp térfogatának átlagos relatív szórása 5-10%
- komplex tisztítást igényel

BMEETT Szereléstechnológiák - Hullámforrasztás 19/25

RAGASZTÓK TÉRHÁLÓSÍTÁSA

Az SMD ragasztók **térhálósodásához szükséges** idő és hőmérséklet kb. 10-15 perc 100-110 °C felett

- ez gyártónként és ragasztó típusonként változhat
- a ragasztók nem érzékenyek sem a túlfűtésre, sem a gyors le vagy felfűtésre
- általában igaz hogy **magasabb hőmérsékleten gyorsabban** térhálósodnak

UV fényre térhálósodó ragasztók

pad alkatrész ragasztó

Hőre térhálósodó ragasztók

pad alkatrész ragasztó

BMEETT Szereléstechnológiák - Hullámforrasztás 20/25

A FORRASZTOTT KÖTÉS MINŐSÉGI KÖVETELMÉNYEI

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

A kivezetést körbeveszi a forrasztó legalább 270/330°-ban

A forrasztási felület >75%-át nedvesíti a forrasztó

- A furatkitöltés legalább 75%
- Maximum 25% forrasztóhiány megengedett beleértve az alsó-felső oldali hiányt

BMEETT Szereléstechnológiák - Hullámforrasztás 21/25

ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

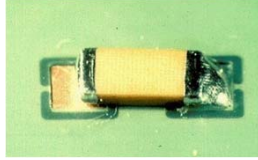
HULLÁMFORRASZTÁS – FORRASZTÁSI HIBÁK

Forraszhdű képződés



- a forrasz hőmérséklete alacsony
- az előmelegítés alacsony
- elégtelen folyasztószer aktiválódás
- a szállítószalag sebessége nagy
- a szerelőlemez vagy az alkatrész-kivezetés rosszul forrasztható

Nyitott kötés



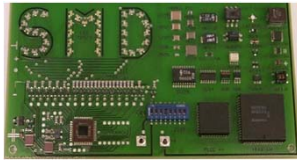
- a forraszhullám magassága túl alacsony, vagy egyenetlen
- elégtelen folyasztószer aktiválódás
- kevés folyasztószer felhordás
- a szállítószalag sebessége nagy
- az alkatrészek árnyékolási hatása

AZ ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI

Egyoldalas furatszerelés



Egyoldalas felületszerelés



ELEKTRONIKUS ÁRAMKÖRÖK SZERELÉSI TÍPUSAI (HULLÁMFORRASZTÁS)

1. típus: egyoldalas furatszerelés / (egyoldalas felületszerelés)



2. típus: egyoldalasan forrasztott vegyes szerelés: felületszerelt alkatrész az egyik oldalon, furatszerelt alkatrész a másik oldalon



3. típus: kétoldalasan vegyes szerelés: felületszerelt alkatrész mindkét oldalon, furatszerelt alkatrész az egyik oldalon



ELEKTRONIKAI SZERELÉSTECHNOLÓGIÁK

FEJLESZTÉSI IRÁNYZATOK

- Hullámforrasztási technológia folyamatának optimalizálása a forrasztási hibák csökkentésének céljából
- Hullámforrasztási technológia optimalizálása ólommentes forrasztóanyagok alkalmazására
- Ólommentes forrasztók hatásának vizsgálata a forrasztókádák anyagára
- Hullámforrasztásnál keletkező salakanyagok nagyobb hatásfokú újrahasznosítása, újra-felhasználása forrasztáshoz
- Hullámforrasztási technológia kiváltása szelektív hullámforrasztással, újraömlesztéses forrasztással (következő előadás)
