

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



3 NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

3-01 EGYOLDALAS ÉS KÉTOLDALAS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA ÉS ANYAGISMERET
VIETAB00



BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK (NYHL)

Nyomtatott huzalozás:

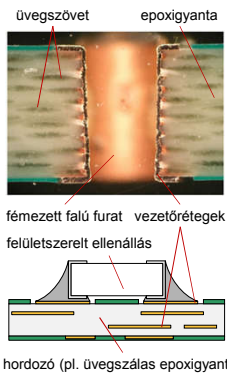
- általában műgyanta alapú, szigetelő hordozólemenzen kialakított huzalozás
- a vezető réteg általában réz vastagsága: 17, 35, 70, (105) μm

Funkciója:

- az alkatrész(kivezetők) közötti elektromos kapcsolat létrehozása
- az alkatrészek mechanikai rögzítése

Jellemzői:

- *hordozó mechanikai tulajdonságai* (merev, hajlékony, kombinált)
- *vezető síkok elhelyezkedése* (egy- és kétoldalas, többretegű)
- *gyártástechnológia* (szubtraktív, additív, féladditív)



NYHL gyártástechnológia

2/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK HORDOZÓJÁNAK ANYAGAI

Merev hordozók:

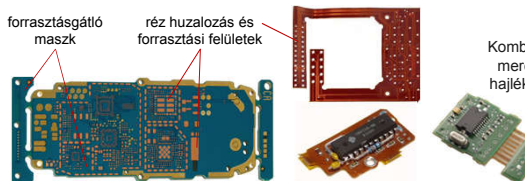
Vázanyag: papír, üvegszövet, üvegpaplan, poliamid, fém

Műgyanta: fenol, epoxi, poliimid, PTFE – poli-tetrafluor-etilén (teflon)

Hajlékony (flexibilis) hordozók:

epoxi, poliészter, poliimid, PEN – polietilén-naftalát, PTFE

Merev NYHL – epoxi-üvegszövet hordozó Hajlékony NYHL – poliimid hordozó



NYHL gyártástechnológia

3/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ HORDOZÓK TULAJDONSÁGAI

Műgyanta	fenol	epoxi	epoxi	epoxi
Vázanyag	papír	papír	üvegsz./papír	üvegszövet
Szabv. jelölés (NEMA)	FR2	FR3	CEM1	FR4
Hajlításierősség (N/mm ²)	80	110	230	300
Vízfelvétel (mg)	40	40	30	20
Forrasztódő-állóság (sec)	15-20	25-30	30-40	>120
Rézfólia lefejtési szilárdság (N/mm)	1,0	1,2	1,4	1,4
Felületi ellenállás (ohm)	10 ⁹	3x10 ⁹	10 ¹²	>10 ¹²
Megmunkálhatóság	+++	+++	++	+
Árarányok	55	65	80	100

FR: Flame Retardant

CEM: Composite Epoxy Material

NEMA: The Association of Electrical and Medical Imaging Equipment Manufacturers

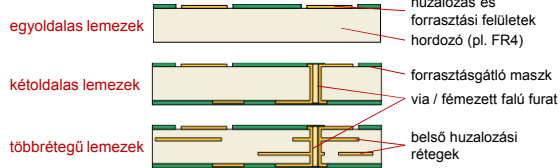


NYHL gyártástechnológia

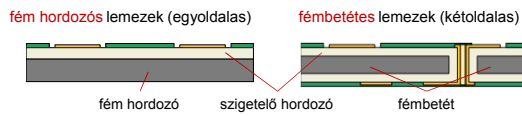
4/35

A VEZETŐ SÍKOK ELHELYEZKEDÉSE

A vezető síkok elhelyezkedése alapján a nyomtatott huzalozású lemezeket az alábbiak alapján osztályozzuk:



További speciális konstrukciók:



NYHL gyártástechnológia

5/35

HUZALOZÁSI SZABÁLYOK

IC típus

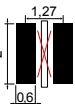
DIL (2,54 mm)
Dual Inline Package

SO (1,27 mm)
Small Outline

QFP (0,63 mm)
Quad Flat Pack

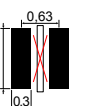
Szüks. felbontás

Normál



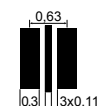
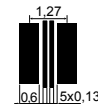
0,4 mm (16 mil)

Finom



0,2 mm (8 mil)

Igen finom



0,1 mm (4 mil)



NYHL gyártástechnológia

6/35

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A RAJZOLAT KIALAKÍTÁSÁNAK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

Szubtraktív technológia

A kiinduló alapanyag egy- vagy két-oldalon rézfóliával borított szigetelőlemez, melynek előre meghatározott felületeiről (ahol a rajzolatra nincs szükség) a fémborítást – általában kémiai maratással – eltávolítják.

- a vezető réteg jó tapadása,
- az alámárodás következtében korlátozott a mintázat felbontása

Additív technológia (következő előadás)

A szigetelőlemez (hordozó) felületére a rajzolatot a kívánt geometriában (a maszk által szabadon hagyott helyekre) viszik fel.

- finomabb rajzolat, gyengébb tapadás

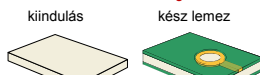
Féladitív technológia (következő előadás)

A fenti két eljárás előnyeinek egyesítése

Szubtraktív technológia



Additív technológia



NYHL gyártástechnológia

7/35

ALAPTECHNOLÓGIAI ELJÁRÁSOK A NYHL-EK GYÁRTÁSÁNÁL

- Mechanikai technológiák
 - darabolás
 - **fúrás**
 - csiszolás (sorja eltávolítás)
 - kontúrmegmunkálás
- Kémiai technológiák
 - tisztítás (zsírtalanítás, maratás, oxideltávolítás)
 - **rétegfelvitel (elektrokémiai, árammentes)**
 - rétegeltávolítás (maratás)
 - felületkezelés
 - öblítés
- Rajzolat kialakítási technológiák („ábratranszfer”)
 - szitanyomtatás
 - **fotolitográfia**



NYHL gyártástechnológia

8/35

MECHANIKAI TECHNOLOGIÁK - FÚRÁS

Technológiai paraméterek

- Főmozgás:
 - a fúró forgása - kerületi (vágási) sebesség (v , m/min)
- Mellékmozgás:
 - a felületre merőleges mozgás - előtolás (e , mm/ford.)

Fordulatszám: $n = \frac{v}{d \cdot \pi}$ Előtolási sebesség: $v_e = e \cdot n$

Szerszámok alapanyaga

- Követelmények:
 - különböző tulajdonságú anyagok (Cu, üveg, epoxi...)
 - egyidejű optimális megmunkálása,
 - szűk méretszórás és optimális felületi érdesség
- Összetétel:
 - 88...94 % wolframkarbid (WC)
 - 6...12 % kobalt (Co)



ø0,1 mm fúrószár SEM képe



NYHL gyártástechnológia

9/35

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A FÚRÁS TECHNOLOGIAI PARAMÉTEREI

Technológiai param.		Gépbeállítási paraméterek			
Ø [mm]	v [m/min]	e [mm/ford]	n [1/min]	v _e [m/min]	
0,10	63	0,007	200 000	1,30	
0,30	150	0,021	159 000	3,36	
0,60	150	0,042	80 000	3,36	
0,80	150	0,056	60 000	3,36	
1,00	150	0,070	48 000	3,36	
1,50	150	0,099	32 000	3,20	
2,00	150	0,099	24 000	2,40	
6,00	280	0,040	15 000	0,80	

* Gépköcsi motor fordulatszáma: 1-6000 ford/min; Forma1: ~ 18.000 ford/min

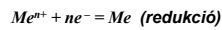


NYHL gyártástechnológia

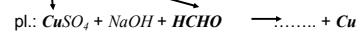
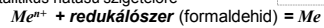
10/35

ELEKTROKÉMIAI ÉS ÁRAMMENTES RÉTEGFELVITELI ELJÁRÁSOK

Galvanizálás - csak vezető, ekvipotenciális felületre

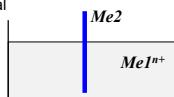
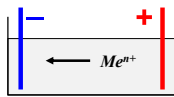
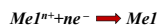
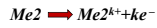


Árammentes fém („kémiai”) bevonat – katalitikus hatású szigetelőre



„Direkt” galvanizálás - a furatok fala vezető vegyület kémiai kiválasztásával (~kΩ) közvetlenül (árammentes réz nélkül) galvanizálhatóvá válik

Immerziós eljárás - a fémek közötti elektródpotenciál különbség hajtja



NYHL gyártástechnológia

11/35

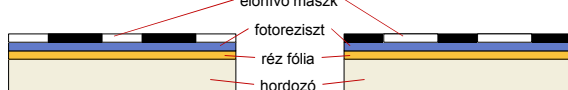
RAJZOLATKIALAKÍTÁSI TECHNOLOGIÁK – FOTOLITOGRAFIA (L. 2.5)

- Pozitív működésű fotoreziszt: a megvilágítás hatására oldhatóvá válnak
- Negatív működésű fotoreziszt: a megvilágítás hatására oldhatatlanná válnak

Pozitív működésű fotoreziszt

előhívó maszk

Negatív működésű fotoreziszt



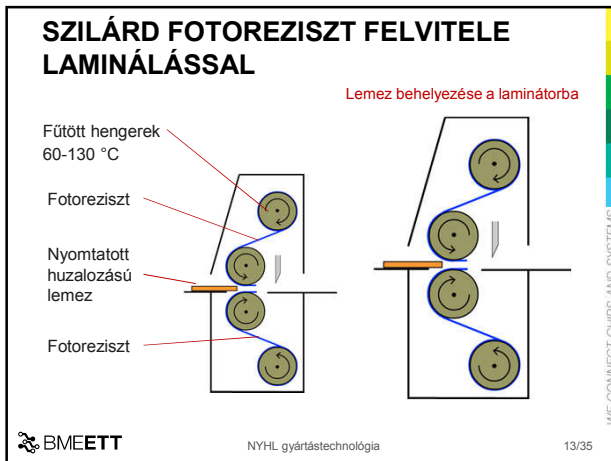
Megvilágítás és fotoreziszt leoldása (előhívás) után – inverz előhívó filmmaszkok esetén a fotoreziszt rajzolata a két esetben megegyezik:

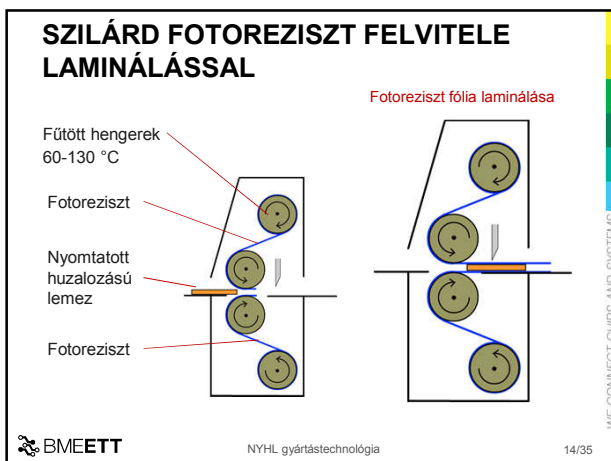


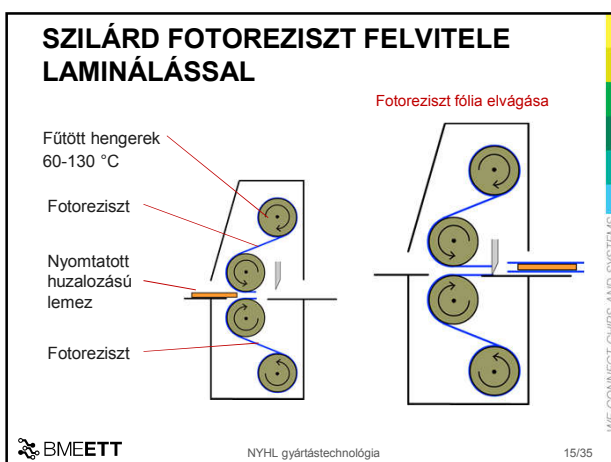
NYHL gyártástechnológia

12/35

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE







A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

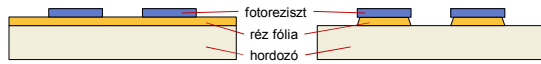
AZ EGYOLDALAS NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

Technológiai lépések pozitív fotoreziszt-maszk esetén

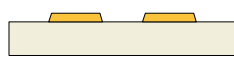
Alapanyag: rézfóliával borított szigetelő lemez

rézfólia, vastagság - 17, 35, 70, (105) μm
hordozó, pl. üvegszál-as epoxigyanta

1. Fotoreziszt előhívása (megvilágítás és leoldás) 2. Maratás (alámaródás)



3. Fotoreziszt eltávolítása



4. Forrasztásgátló maszk felvitele



vezeték forrasztási felület (pad)



NYHL gyártástechnológia

16/35

AZ EGYOLDALAS NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

Technológiai lépések negatív fotoreziszt-maszk esetén

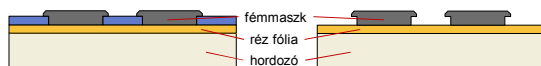
Rézfóliával borított szigetelő lemez



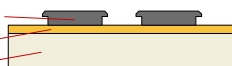
1. Fotoreziszt előhívása



2. Pozitív fémmaszk (Sn) galvanizálása



3. Fotoreziszt eltávolítása



4. Maratás



5. Forrasztásgátló maszk felvitele



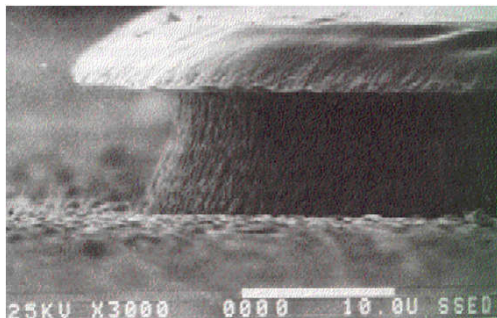
vezeték forrasztási felület (pad)



NYHL gyártástechnológia

17/35

A „GOMBAKÉPZŐDÉS” ÉS AZ ALÁMARÓDÁS



NYHL gyártástechnológia

18/35

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

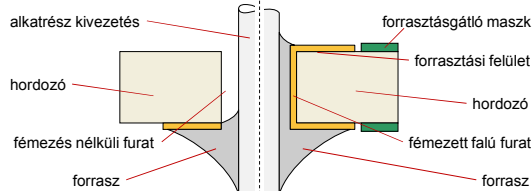
KÉTOLDALAS NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK

Furatfémzés célja

- elektromos összeköttetés az egyes vezető síkok között
- megbízhatóbb forrasztott kábelcsatlakozások alkalmazásakor

Furatfémzés kialakítása

- réz felvitele árammentes eljárással – furatfémzés ellenállása $\sim m\Omega$
- vagy vezető anyag leválasztása kémiai eljárással – furatfém ellenállása $\sim k\Omega$
 - majd ezután az ekvipotenciálissá vált felületekre réz galvanizálása



BMEETT

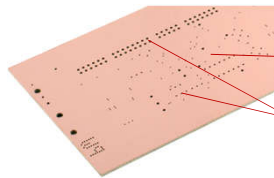
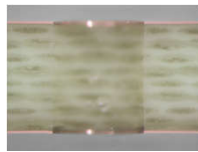
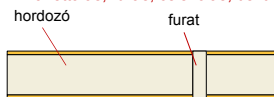
NYHL gyártástechnológia

19/35

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE- 1. FURATKÉSZÍTÉS

0. Kiindulás (szubtraktív techn.): rézfóliával borított szigetelő lemez

1. Pakettálás, fúrás, csiszolás, tisztítás



Rézfóliával borított szigetelő
Cu vastagság: 17, 35, 70, (105) μm

Furatok
Legkisebb lehetséges furat $\varnothing 0,1 mm$

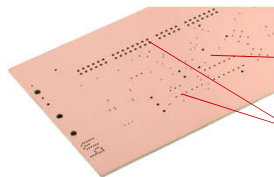
BMEETT

NYHL gyártástechnológia

20/35

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 2. FURATFÉMEZÉS

2. Furatfémzés (a: árammentes rétegfelvitel + galvanizálás, b: direkt galvanizálás)



Rézfóliával borított szigetelő
Cu vastagság: 17, 35, 70, (105) μm

Fémzett falú furatok
árammentes Cu/Pd felvitel $\sim 1 \mu m$
vagy galvanizált Cu $\sim 5 \mu m$

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

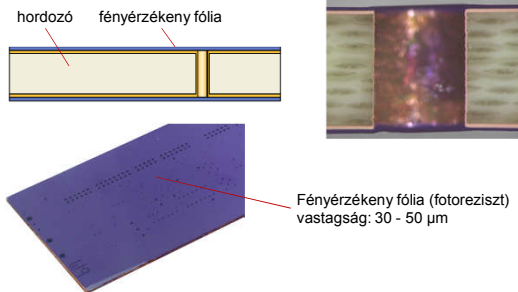
21/35

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 3. FOTOREZISZT FELVITELE

3. Fényérzékeny fólia laminálása



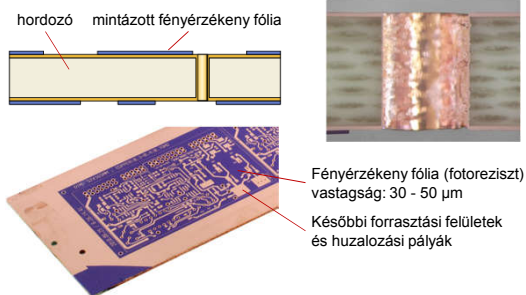
NYHL gyártástechnológia

22/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 4. FOTOREZISZT ELŐHÍVÁSA

4. Fotoreziszt megvilágítás, leoldás, tisztítás



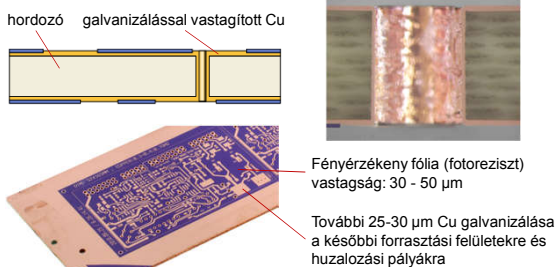
NYHL gyártástechnológia

23/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 5. TOVÁBBI RÉZ GALVANIZÁLÁSA

5. Réz galvanizálása – furatfémzés és forrasztási felületek vastagítása



NYHL gyártástechnológia

24/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 6. POZITÍV FÉMMASZK KÉSZÍTÉSE

6. Ön galvanizálása – pozitív fémmaszk a Cu maratás elleni védelmére

hordozó galvanizált Sn fémmaszk



Fényérzékeny fólia (fotoreziszt)
vastagság: 30 - 50 μm

~5-10 μm Sn galvanizálása a
későbbi forrasztási felületekre és
huzalozási pályákra



NYHL gyártástechnológia

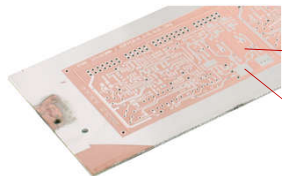
25/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 7. FOTOREZISZT LEOLDÁSA

7. Fotoreziszt leoldása

hordozó galvanizált Sn fémmaszk



A kiindulási vastagságú Cu fólia

~10 μm ónnal védett réz felületek -
a későbbi forrasztási felületek és
huzalozási pályák rajzolata



NYHL gyártástechnológia

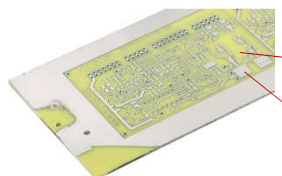
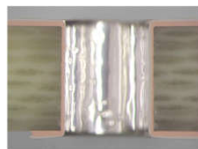
26/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 8. KÉMIAI MARATÁS

8. Réz maratása

hordozó galvanizált Sn fémmaszk



Szigetelő lemez, hordozó
PI. FR4

~10 μm ónnal védett réz felületek -
a későbbi forrasztási felületek és
huzalozási pályák rajzolata



NYHL gyártástechnológia

27/35

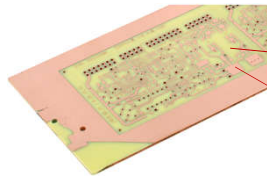
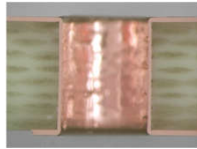
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 9. TECHNOLOGIAI ÖN LEMARATÁSA

9. Ön eltávolítás

hordozó forr. felületek és huzalozás



Szigetelő lemez, hordozó
PI. FR4

forrasztási felületek és huzalozási
pályák rajzolata



NYHL gyártástechnológia

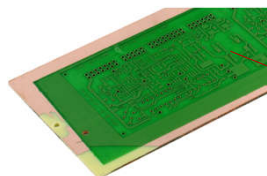
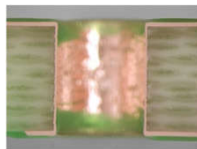
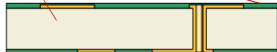
28/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 10. FORRASZTÁSGÁTLÓ MASZK

10. Fényérzékeny forrasztásgátló maszk – felvitel pl. szitanyomtatással

hordozó forrasztásgátló réteg



forrasztásgátló réteg
szitanyomtatással felhordva a teljes
felületre



NYHL gyártástechnológia

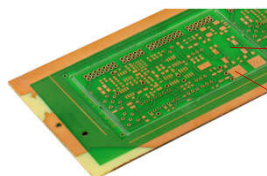
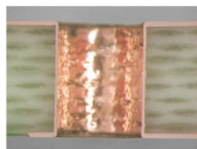
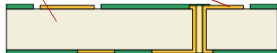
29/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 11. FORRASZTÁSGÁTLÓ ELŐHÍVÁSA

11. Forrasztásgátló maszk - megvilágítás maszkon keresztül, majd leoldás

hordozó forr. felületek és huzalozás



forrasztásgátló maszk

forrasztási felületek és huzalozási
pályák rajzolata



NYHL gyártástechnológia

30/35

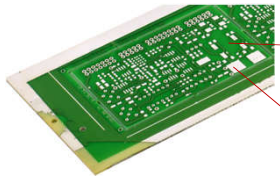
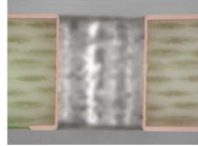
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 12. FORR. FELÜLETEK VÉDELME

12. Forrasztási felületek védelme oxidációtól, pl. immerziós ezüst

hordozó forr. felületek pl. ezüsttel bevonva



forrasztásgátló maszk

immerziós eljárással, ~0,1 µm vastagságú ezüsttel bevont forrasztási felületek és huzalozási pályák



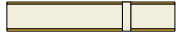
NYHL gyártástechnológia

31/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSÉNEK LÉPÉSEI (ÖSSZEFOGLALÁS)

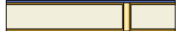
1. Pakettelés, fúrás, csiszolás, tisztítás



2. Furatfémzés



3. Fényérzékeny fólia laminálása



4. Fotoreziszt megvilágítás, leoldás



5. Réz galvanizálása



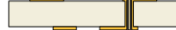
6. Ón galvanizálása



7. Fotoreziszt leoldása



8. Réz maratása



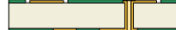
9. Ón eltávolítás



10. Forrasztásgátló réteg felvitele



11. Forrasztásgátló maszk



12. Forrasztási felületek védelme



NYHL gyártástechnológia

32/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK FELÜLETI BEVONATAI

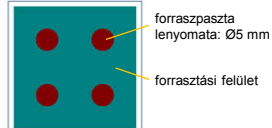
Felületi bevonatok:

- Hot Air Solder Leveling (HASL): forrasztásba mártás és forró levegőkéses simítás
- Immerziós ón (ImSn), a folyamat: $Sn^{2+} + 2Cu \rightarrow Sn + 2Cu^{2+}$
- Immerziós ezüst (ImAg), a folyamat: $2Ag^{+} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{2+}$
- Organic Solderability Preservative (OSP): szerves forraszthatóság védő bev.
- Electroless Nickel / Immersion Gold (ENIG): áramnélküli Ni, immerziós Au

Korábbi felületi bevonatok, mint a galvanizált ón vagy az ón-ólom, nem megfelelőek többé a „narancsosodás” (forrasztásgátló gyűrődés) és környezetvédelmi okok miatt.

Nedvesíthetőség vizsgálata:

SPREADING 01



forrasztáspaszta lenyomata: Ø5 mm

forrasztási felület

Minősítés az újraömléshűtés utáni nedvesített terület alapján



forrasz

forrasztási felület



NYHL gyártástechnológia

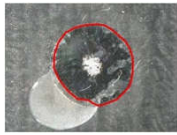
33/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

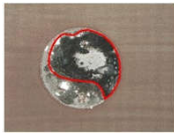
NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

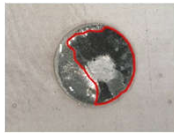
BEVONATOK NEDVESÍTHETŐSÉGE 1 TERMIKUS CIKLUS UTÁN



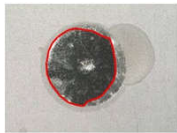
LF-HASL – 23 mm²



OSP – 16 mm²



ImSn – 18 mm²



ImAg – 19 mm²

- A legjobb nedvesíthetőséggel az ólommentes tűzőn (LF-HASL) bevonat rendelkezik. A felület egyenletlensége miatt finom raszterosztású alkatrészeket (QFP, BGA) tartalmazó áramkörökhöz nem alkalmazható.
- ImSn/ImAg bevonatok simák, egyenletesek, nedvesíthetőségük és áruk közepes.
- Az OSP bevonat a legrosszabbul nedvesíthető, de alacsony ára miatt általános szórakoztató elektronikai eszközökben alkalmazzák.

TARTALOMJEGYZÉK

- Nyomtatott huzalozású lemezek jellemzői
 - anyagai, osztályozása
- Alaptechnológiai eljárások az NYHL-ek gyártásánál
 - mechanikai technológiák
 - rétegfelviteli eljárások
 - fotolitográfia
 - rétegeltávolítási technológiák (maratás)
- Egyoldalas nyomtatott huzalozású lemezek gyártástechnológiája
- Kétoldalas, furatfémzett nyomtatott huzalozású lemezek gyártástechnológiája
- Nyomtatott huzalozású lemezek felületi bevonatai
