

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



3 NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

3-01 EGYOLDALAS ÉS KÉTOLDALAS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA ÉS ANYAGISMERET

VIETAB00

A háttérszín jelentése: IMSc anyag

 **BMEETT**
ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

1

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK (NYHL)

Nyomtatott huzalozás:

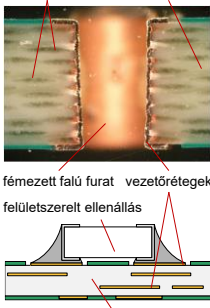
- általában műgyanta alapú, szigetelő hordozólemezen kialakított huzalozás
- a vezető réteg általában réz vastagsága: 17, 35, 70, (105) µm


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)



 **BMEETT**

NYHL gyártástechnológia

2/35

2

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK HORDOZÓJÁNAK ANYAGAI

Merev hordozók:

Vázanyag: papír, üvegszövet, üvegpaplan, poliamid, fém

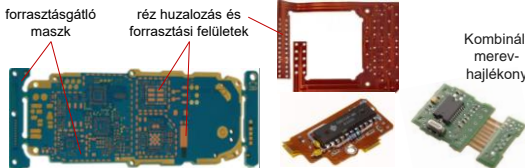
Műgyanta: fenol, epoxi, poliimid, PTFE – poli-tetrafluor-etilén (teflon)


Hajlékony (flexibilis) hordozók:

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

Merev NYHL – epoxi-üvegszövet hordozó

Hajlékony NYHL – poliimid hordozó



 **BMEETT**

NYHL gyártástechnológia

3/35

3

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A RAJZOLAT KIALAKÍTÁSÁNAK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

Subtraktív 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 alámaródás 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

Féladditív technológia (következő előadás)

A fenti két eljárás előnyeinek egyesítése

Subtraktív technológia

kiindulás → kész lemez

Additív technológia

kiindulás → kész lemez

BMEETT NYHL gyártástechnológia 7/35

7

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**

BMEETT NYHL gyártástechnológia 8/35

8

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)

Ø0,5 mm fúrószár

Ø0,1 mm fúrószár SEM képe

BMEETT NYHL gyártástechnológia 9/35


9

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

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

NYHL gyártástechnológia10/35

10

ELEKTROKÉMIAI ÉS ÁRAMMENTES RÉTEGFELVITELI ELJÁRÁSOK

Galvanizálás - csak vezető, ekvipotenciális felületre

$Me^{n+} + ne^- = Me$ (redukció)

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

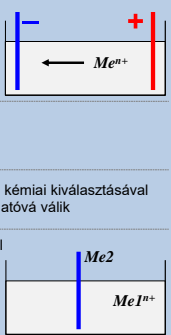
$Me^{n+} + redukálószer$ (formaldehid) = Me


pl.: $CuSO_4 + NaOH + HCHO \rightarrow \dots + Cu$

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

Immerziós eljárás - a fémek közötti elektródpotenciál különbség hajtja

$Me2 \rightarrow Me2^{k+} + ke^-$
 $Me1^{n+} + ne^- \rightarrow Me1$



NYHL gyártástechnológia11/35

11

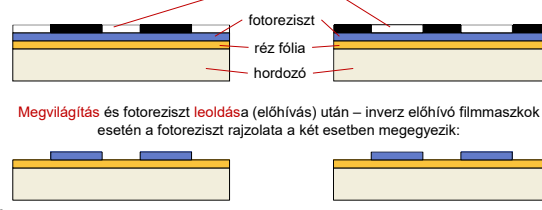
RAJZOLATKIALAKÍTÁSI TECHNOLOGIÁK – FOTOLITOGRÁFIA (L. 2.5)


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

Pozitív működésű fotoreziszt **Negatív működésű fotoreziszt**

előhívó maszk fotoreziszt réz fólia hordozó

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



NYHL gyártástechnológia12/35

12

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SZILÁRD FOTOREZISZT FELVITELE LAMINÁLÁSSAL

Fűtött hengerek 60-130 °C

Fotoreziszt

Nyomtatott huzalozású lemez

Fotoreziszt

Lemez behelyezése a laminátorba

MECONTECH SYSTEMS

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

13/35

13

SZILÁRD FOTOREZISZT FELVITELE LAMINÁLÁSSAL

Fűtött hengerek 60-130 °C

Fotoreziszt

Nyomtatott huzalozású lemez

Fotoreziszt

Fotoreziszt fólia laminálása

MECONTECH SYSTEMS

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

14/35

14

SZILÁRD FOTOREZISZT FELVITELE LAMINÁLÁSSAL

Fűtött hengerek 60-130 °C

Fotoreziszt

Nyomtatott huzalozású lemez

Fotoreziszt

Fotoreziszt fólia elvágása

MECONTECH SYSTEMS

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

15/35

15

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

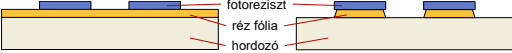
AZ EGYOLDALAS NYOMTATOTT HUZA- LOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

Technológiai lépések pozitív fotoreziszt-maszk esetén


Alapanyag: rézfóliával borított szigetelő lemez

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

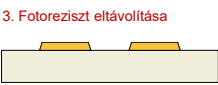
1. Fotoreziszt előhívása (megvilágítás és leoldás)




2. Maratás (alámaródás)



3. Fotoreziszt eltávolítása



4. Forrasztásgátló maszk felvitele



vezeték forrasztási felület (pad)

BMEETT NYHL gyártástechnológia 16/35


16

AZ EGYOLDALAS NYOMTATOTT HUZA- LOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

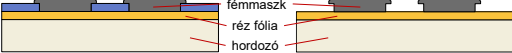
Technológiai lépések negatív fotoreziszt-maszk esetén

Rézfóliával borított szigetelő lemez


1. Fotoreziszt előhívása



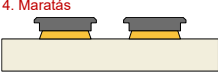
2. Pozitív fémmaszk (Sn) galvanizálása




3. Fotoreziszt eltávolítása



4. Maratás



5. Forrasztásgátló maszk felvitele

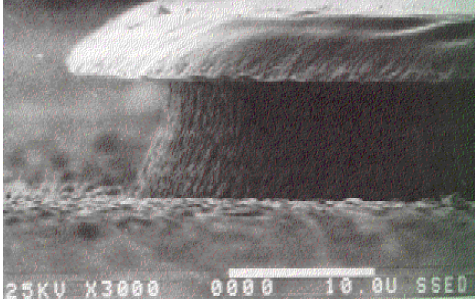


vezeték forrasztási felület (pad)

BMEETT NYHL gyártástechnológia 17/35

17

A „GOMBAKÉPZŐDÉS” ÉS AZ ALÁMARÓDÁS



25KV X3000 0000 10.0U SSE0

BMEETT NYHL gyártástechnológia 18/35

18

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

KÉTOLDALAS NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK

Furatfémzés célja

- elektromos összeköttetés az egyes vezető síkok között
- megbízhatóbb forrasztott kótések furatszerelt alkatrészek alkalmazásakor

Furatfémzés kialakítása

- réz felvitele árammentes eljárással – furatfémzés ellenállása ~mΩ
- vagy vezető anyag leválasztása kémiai eljárással – furatfém ellenállása ~kΩ
 - majd ezután az ekvipotenciálissá vált felületekre réz galvanizálása

BMEETT NYHL gyártástechnológia 19/35

19

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 Ø0,1 mm

BMEETT NYHL gyártástechnológia 20/35

20

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

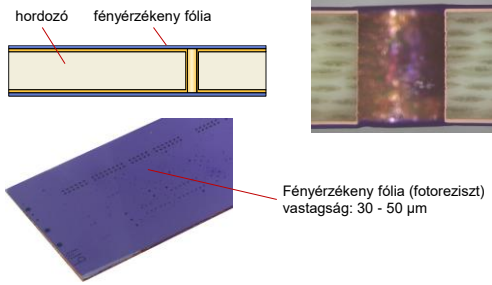
Fémzett falú furatok
árammentes Cu/Pd felvitel ~1 μm
vagy galvanizált Cu ~5 μm

BMEETT NYHL gyártástechnológia 21/35

21

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 3. FOTOREZISZT FELVITELE

3. Fényérzékeny fólia laminálása



NYHL gyártástechnológia

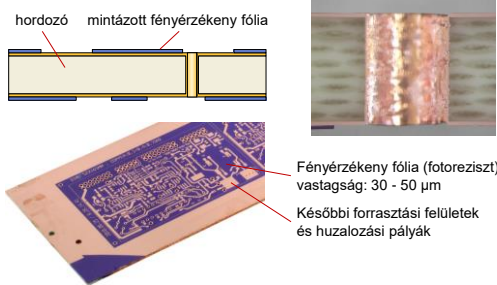
22/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

22

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 4. FOTOREZISZT ELŐHÍVÁSA

4. Fotoreziszt megvilágítás, leoldás, tisztítás



NYHL gyártástechnológia

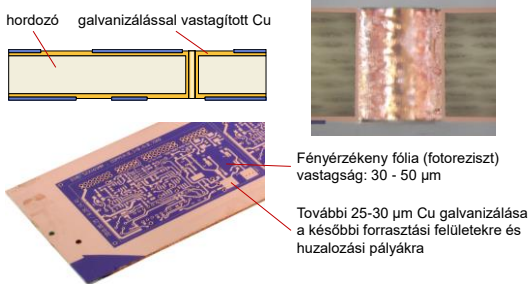
23/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

23

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

5. Réz galvanizálása – furatfémezés és forrasztási felületek vastagítása



NYHL gyártástechnológia

24/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

24

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

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

6. **Ón 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

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

25/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

25

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

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

26/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

26

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 8. KÉMIAI MARATÁS

8. **Réz maratása**

hordozó galvanizált Sn fémmaszk

Szigetelő lemez, hordozó Pl. FR4

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

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

27/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

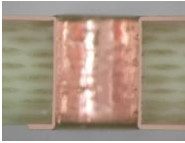

27

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

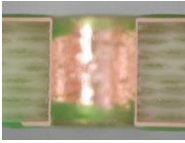

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

28


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

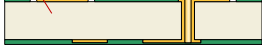
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

29

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

30

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

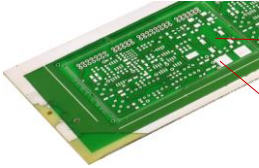
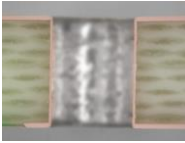
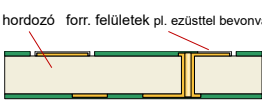
A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 12. FORR. FELÜLETEK VÉDELME

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



BMEETT

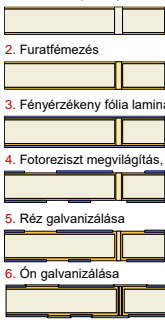
NYHL gyártástechnológia

31/35

31

KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSÉNEK LÉPÉSEI (ÖSSZEFOGLALÁS)

1. Pakettálás, fúrás, csiszolás, tisztítás
2. Furatfémezés
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



BMEETT

NYHL gyártástechnológia

32/35

32

NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK FELÜLETI BEVONATAI

Felületi bevonatok:

- Hot Air Solder Leveling (HASL): forrasztásba mártás és forró levegőkéses simítás
- Immerziós ón (ImSn), a folyamat: $Sn^{2+} + 2Cu \rightarrow Sn + 2Cu^+$
- 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:

Minősítés az újraörmlesztés utáni nedvesített terület alapján

SPREADING 01

forraszpasztas lenyomata: Ø5 mm

forrasztási felület

forrasz

forrasztási felület

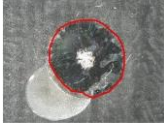
BMEETT

NYHL gyártástechnológia

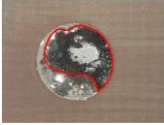
33/35

33


BEVONATOK NEDVESÍTHETŐSÉGE 1 TERMIKUS CIKLUS UTÁN



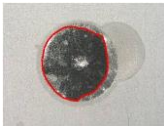
LF-HASL – 23 mm²



OSP – 16 mm²




ImSn – 18 mm²



ImAg – 19 mm²

- A legjobb nedvesíthetőséggel az ólommentes tűzió (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.

BMEETT

NYHL gyártástechnológia


34/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

34

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, furatfémezett nyomtatott huzalozású lemezek gyártástechnológiája
- Nyomtatott huzalozású lemezek felületi bevonatai

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

35/35

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

35

NYHL gyártástechnológia