

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



3 ÁRAMKÖRI HORDOZÓK TECHNOLOGIÁI

3-01 NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA
VIETAB01

 BMEETT
ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

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
- Általános vastagság: 1.55 mm, 2 mm (de 0.2mm-től indul akár 6 mm-ig.

Funkciója:

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

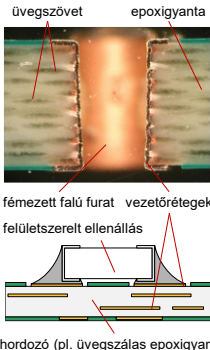
Jellemzői:

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

 BMEETT

NYHL gyártástechnológia

2/50



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

2

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK HORDOZÓJÁNAK ANYAGAI

Merev hordozók:

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

Vázanyag: papír, üvegszövet, üvegpaplan, poliamid, fém

Hajlékony (flexibilis) hordozók:

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


Merev NYHL – epoxi-üvegszövet hordozó

forrasztásgátló maszk

réz huzalozás és forrasztási felületek


Kombinált merev-hajlékony

Hajlékony NYHL – polimid hordozó

 BMEETT

NYHL gyártástechnológia

3/50



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

3

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

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

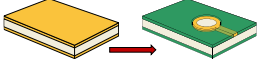
- finomabb rajzolat, gyengébb tapadás

Féladitív technológia

A fenti két eljárás előnyeinek egyesítése

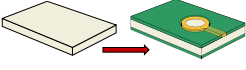
Szubtraktív technológia

kiindulás → kész lemez



Additív technológia

kiindulás → kész lemez



NYHL gyártástechnológia

7/50

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**

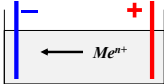
NYHL gyártástechnológia

8/50

8

ELEKTROKÉMIAI ÉS ÁRAMMENTES RÉTEGFELVITELI ELJÁRÁSOK

Galvanizálás – elektrokémiai eljárás; külső áramforrás hajtja a folyamatot; a galvanizálandó fém a katód (–), a bevonatot képező fém az anód (+). A folyamat során redukció megy végbe; a pozitív fémionok elektronfelvétellel fémme redukálódnak.



Csak vezető, ekvipotenciális felületre lehetséges fémek így leválasztani. Viszonylag rövid idő alatt **vastag** ($n \times 10 \mu m$) **réteg** hozható létre.

Árammentes felvitellel készült fémbevonat („kémiai”) – a galvanizáláshoz hasonlóan folyékony közegben (elektrolitokban) kémiai/elektrokémiai reakciók révén megy végbe. A redukcióhoz nem külső áramforrást, hanem redukálószeret használnak. **Nincs szükség ekvipotenciális felületre** (katalitikus hatású szigetelőkre is működik), cserébe **vékonyabb réteg** (5–7 μm) hozható létre.

Immerziós eljárás – a fémek közötti elektródpotenciál különbség hajtja a folyamatot. **Nincs szükség ekvipotenciális felületre. Nagyon vékony** (50–500 nm) **rétegek** hozható létre. A réteg egyenletes vastagságú, de porózus.

NYHL gyártástechnológia

9/50

9

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

RAJZOLATKIALAKÍTÁSI TECHNOLOGIÁK – FOTOLITOGRÁFIA

- Pozitív működésű fotorezisztek: a megvilágítás hatására oldhatóvá válnak
- Negatív működésű fotorezisztek: 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:

BMEETT NYHL gyártástechnológia 10/50

10

SZILÁRD FOTOREZISZT FELVITELE LAMINÁLÁSSAL

Lemez behelyezése a laminátorba

Fűtött hengerek 60-130 °C

Fotoreziszt

Nyomatott huzalozású lemez

Fotoreziszt

BMEETT NYHL gyártástechnológia 11/50

11

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. üvegszálás epoxigyanta

1. Fotoreziszt előhívása (megvilágítás és leoldás)
2. Maratás (alámaródás)
3. Fotoreziszt eltávolítása
4. Forrasztásgátló maszk felvitele

vezeték forrasztási felület (pad)

BMEETT NYHL gyártástechnológia 12/50

12


A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

AZ EGYOLDALAS NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA


Technológiai lépések negatív fotoreziszt-maszk esetén

Rézfóliával borított szigetelő lemez


1. Fotoreziszt előhívása



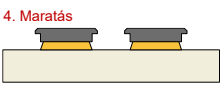
2. Pozitív fémmaszk (Sn) galvanizálása




3. Fotoreziszt eltávolítása



4. Maratás



5. Forrasztásgátló maszk felvitele



fémmaszk
réz fólia
hordozó

vezeték forrasztási felület (pad)

BMEETT NYHL gyártástechnológia 13/50

13

KÉTOLDALAS NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK

Furatfémzés célja

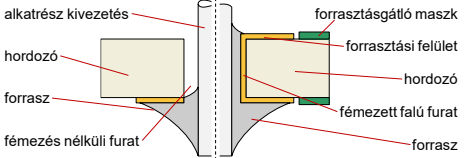
- elektromos összeköttetés az egyes vezető síkok között
- megbízhatóbb forrasztott kötések furatszerelt alkatrészek alkalmazásakor

Furatfémzés kialakítása

1.a. réz felvitele árammentes eljárással → furatfémzés ellenállása ~mΩ

1.b. vezető anyag (palladium-szulfid v. karbonszemcsék) felvitele kémiai eljárással → furatfém ellenállása ~kΩ

2. majd ezután az ekvipotenciálissá vált felületekre réz galvanizálása



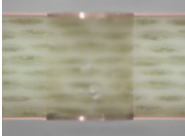
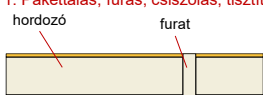
BMEETT NYHL gyártástechnológia 14/50

14

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 15/50

15

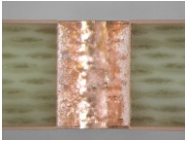

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 2. FURATFÉMEZÉS

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

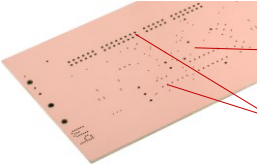
hordozó

fémzett falú furat



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

Fémzett falú furatok
árammentes Cu v. Pd felvitel ~1 µm
vagy direktgalvanizált Cu ~5 µm



BMEETT

NYHL gyártástechnológia

16/50


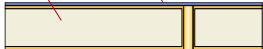
16

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 3. FOTOREZISZT FELVITELE

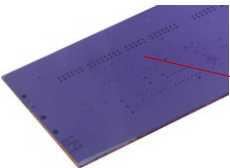
3. Fényérzékeny fólia laminálása

hordozó

fényérzékeny fólia



Fényérzékeny fólia (fotoreziszt)
vastagság: 30 - 50 µm



BMEETT

NYHL gyártástechnológia

17/50

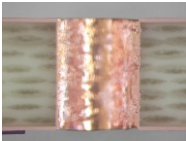
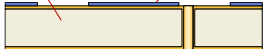
17

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 4. FOTOREZISZT ELŐHÍVÁSA

4. Fotoreziszt megvilágítás, leoldás, tisztítás

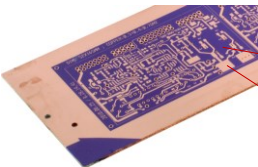
hordozó

mintázott fényérzékeny fólia



Fényérzékeny fólia (fotoreziszt)
vastagság: 30 - 50 µm

Későbbi forrasztási felületek
és huzalozási pályák



BMEETT

NYHL gyártástechnológia

18/50

18

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

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

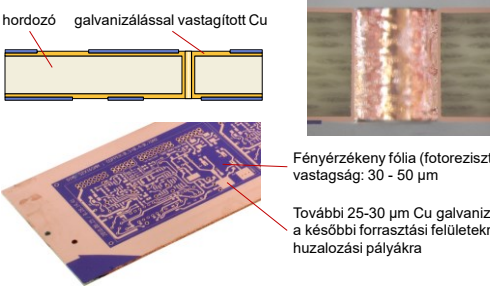
5. Réz galvanizálása – furatfémezés és forrasztási felületek vastagítása

hordozó galvanizálással vastagított Cu

Fényérzékeny fólia (fotoreziszt) vastagság: 30 - 50 µm

További 25-30 µm Cu galvanizálása a későbbi forrasztási felületekre és huzalozási pályákra

BMEETT NYHL gyártástechnológia 19/50



19

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 20/50



20

A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 7. FOTOREZISZT LEOLDÁSA

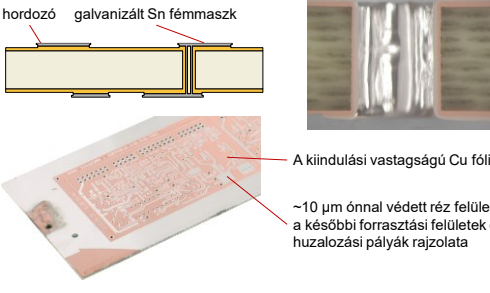
7. Fotoreziszt leoldása

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 21/50



21

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

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

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

22/50

22

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

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

23/50

23

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

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

24/50

24

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

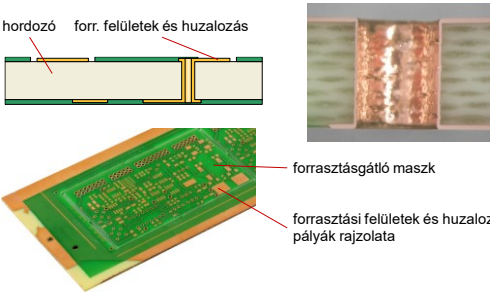
A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 11. FORRASZTÁSGÁTLÓ ELŐHÍVÁSA


11. Forrasztásgátló maszk - megvilágítás maszkon keresztül, majd leoldás

hordozó forr. felületek és huzalozás

forrasztásgátló maszk

forrasztási felületek és huzalozási pályák rajzolata





NYHL gyártástechnológia

25/50

25

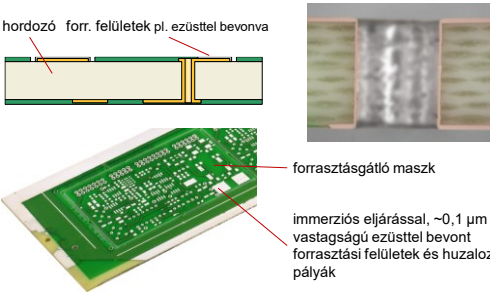
A KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSE – 12. FORR. FELÜLETEK VÉDELME


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





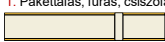
NYHL gyártástechnológia

26/50


26

KÉTOLDALAS NYHL-EK KÉSZÍTÉSÉNEK LÉPÉSEI (ÖSSZEFOGLALÁS)

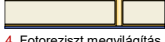
1. Pakettálás, fúrás, csiszolás, tisztítás



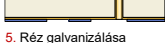
2. Furatfémezés



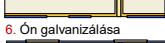
3. Fényérzékeny fólia laminálása




4. Fotoreziszt megvilágítás, leoldás



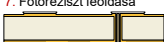
5. Réz galvanizálása




6. Ön galvanizálása



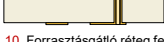
7. Fotoreziszt leoldása



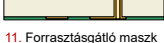
8. Réz maratása



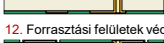
9. Ön eltávolítás




10. Forrasztásgátló réteg felvitele




11. Forrasztásgátló maszk



12. Forrasztási felületek védelme





NYHL gyártástechnológia

27/50

27

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK FELÜLETI BEVONATAI

Felületi bevonatok:

- Hot Air Solder Leveling (HASL): forraszba mártás és forró levegőkéses simítás
- Immerziós ón (ImSn) és Immerziós ezüst (ImAg)
- Organic Solderability Preservative (OSP): szerves forraszthatóság védő bev.
- Electroless Nickel / Immersion Gold (ENIG): árammentes 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 újraáramlás utáni nedvesített terület alapján

forraszpaszta lenyomata: >5 mm

forrasztási felület

forrasz

forrasztási felület

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

28/50

28

BEVONATOK NEDVESÍTHETŐSÉGE 1 TERMIKUS CIKLUS UTÁN

LF-HASL – 23 mm²

OSP – 16 mm²

ImSn – 18 mm²

ImAg – 19 mm²

- A legjobb nedvesíthetőséggel az ólommentes tűziön (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 általában szórakoztató elektronikai eszközökben alkalmazzák.

BMEETT

NYHL gyártástechnológia

29/50

29

AZ EGYÜTTLAMINÁLT TÖBBRÉTEGŰ NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK

- A többrétegű nyomtatott huzalozású lemezek rétegszámát a vezető rétegek száma határozza meg.
- Kiindulás egy- és/vagy kétoldalas nyomtatott huzalozású lemezekből. Minden belülré kerületi rétegnek tartalmazni kell már a rajzolatot és a réz felületének ragasztásra előkészítettnek kell lennie (oxidáció CuO és Cu₂O). A lemezek ilyenkor már az eltemetett viák furatai jelen vannak.
- Együttlaminálási technológia: a lemezeket elő-térhálósított (pre-impregnated) prepreg epoxi fóliával ragasztjuk össze. A pontos illesztéssel egymásra helyezett lemezek közötti prepreg térhálósításához 170 °C-on, 150 N/cm² nyomáson 30–60 perc szükséges.
- A rajzolat kialakítási technológia ezután megegyezik a kétoldalas nyomtatott huzalozású lemezek technológiájával.

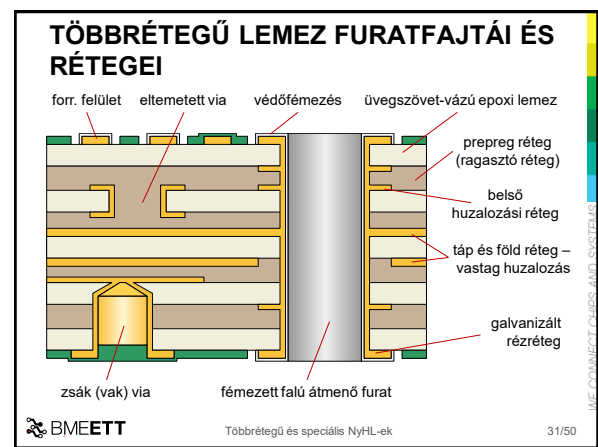
BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

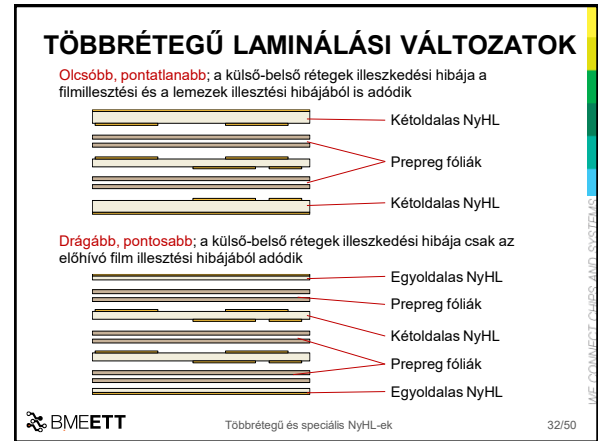
30/50

30

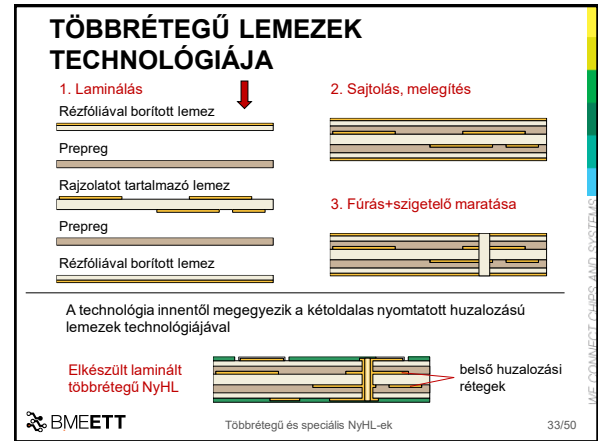
A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



31



32

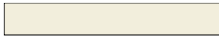


33


A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK ELŐÁLLÍTÁSA ADDITÍV ELJÁRÁSSAL


1. Kiindulás: szigetelő hordozó lemez



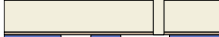
2. Tapadásfokozó , katalizáló réteg




3. Furatok készítése



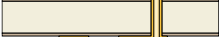
4. Negatív fotoreziszt-maszk



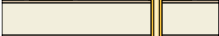
5. Árammentes rézbevonat



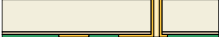
6. Fotoreziszt-maszk leoldása




7. Forrasztásgátló maszk kialakítása



8. Bevonat felvitele




Többrétegű és speciális NyHL-ek34/50


34

A FÉLADDITÍV TECHNOLOGIA


Kiindulás: I.) szigetelő hordozó lemez, amire
II.) együtt készült vékony (~5 µm) + vastag (~70 µm) Cu vagy Al fóliát laminálnak; a vastag fólia szerepe a vékony rézfólia védelme




1. Fúrás, vastag Cu fólia lefejtése, negatív fotoreziszt-maszk



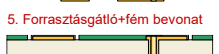
2. Vékony (~3 µm) réz árammentes felvitele



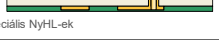
3. Vastag (~35 µm) réz galvanizálása




4. Fotoreziszt leoldás, differenciálmáratás



5. Forrasztásgátló+fém bevonat



Többrétegű és speciális NyHL-ek35/50

35

NAGYFELBONTÁSÚ, MIKROVIÁS NYHL

A többrétegű nyomtatott huzalozású lemez szekvenciálisan (az egyes szigetelő, illetve vezető rétegek egymást követő felvitelével) kialakított rétegeibe 10–100 µm átmérőjű, vezetőrétegek szintjei között átvezető, ún. mikroviákat alakítanak ki lézeres fűrésszel, plazmamáratással, vagy fotolitográfiával.

Felső rézréteg



Szigetelő 50 µm

Belső rézréteg

Mikroviákat tartalmazó NyHL felülnézeti képe



mikrovia

huzalozás

Többrétegű és speciális NyHL-ek36/50

36

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SZEKVENCIÁLIS TECHNOLOGIÁVAL KÉSZÍTETT NYHL-EK

Szekvenciális technológia: A többrétegű nyomtatott huzalozású lemezt az egyes szigetelő, illetve vezető rétegek egymást követő felvitelével alakítják ki. A vezetősíkok közötti átvetések mikroviák hozzák létre.

Kiindulási állapot

hordozó n-ik vezetőréteg

1. Laminálás

szigetelő ~70 µm rézfólia ~18 µm

2. Fotolitográfia

3. Maratás (ablaknyitás mikroviának)

4. Fotoreziszt eltávolítás

5. Lézeres v. plazmás furatkészítés

Többrétegű és speciális NYHL-ek

37/50

37

SZEKVENCIÁLIS TECHNOLOGIÁVAL KÉSZÍTETT NYHL-EK

6. Kémiai rézfelvitel

9. Fotoreziszt eltávolítás

7. Fotolitográfia

10. Réz maratás

8. Ön galvanizálás

11. Ön maratás

galvanizált ön

n+1-ik vezetőréteg

Többrétegű és speciális NYHL-ek

38/50

38

SZEKVENCIÁLIS RÉTEGÉPÍTÉS HAGYOMÁNYOSAN KÉSZÍTETT NYHL-RE

szekvenciális technológiával ráépített réteg

forrasztási felületek

többrétegű, együttilaminált nyomtatott huzalozású lemez

belső huzalozási pálya

Többrétegű és speciális NYHL-ek

39/50

39

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK

Rajzolatfinomság növelése, nagyintegráltságú áramkörök

- Rajzolat kialakítás additív technológiával
- Rajzolat kialakítás féladditív technológiával
- Szekvenciális rétegépítés

Termomechanikai tulajdonságok növelése

- Fémhordozós lemezek
- Fémbetétes lemezek

Környezettudatosság

- Bioműanyagokból készülő hordozók



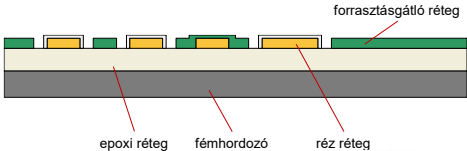
Többrétegű és speciális NYHL-ek

40/50


40

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉMHOORDOZÓS LEMEZEK

Insulated Metal Substrate (IMS): Al fémlemez szigetelőréteggel bevonva és Cu fóliával borítva



Alkalmazásának célja:
a hővezetési tényező javítása:
epoxi-üvegszövet lemez: 0,2 W/(mK)
IMS lemez: 1,3 W/(mK)



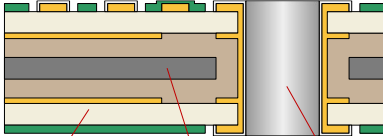
Többrétegű és speciális NYHL-ek

41/50

41

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉMBETÉTES LEMEZEK

Cél: a hordozó hőtágulását illeszteni a beforrasztásra kerülő alkatrészekhez (pl. kerámia alapú alkatrészek)



Hőtágulási együttható:

- epoxi-üvegszövet: 12...16 ppm/°C
- pl. CCC tok 5,9...7,4 ppm/°C

Betétlemezek (~ 5 ppm/°C)

- Cu-Mo-Cu (CMC)
- Cu-Invar-Cu (CIC)

Többrétegű és speciális NYHL-ek

42/50

42

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A ZÖLDEBB ELEKTRONIKA FELÉ Vezető ÚTON...



Elektronikai hulladék (bal); komposztálható cellulóz-acetát (CA) alapanyag

- Trend:** növekvő e-hulladék mennyiség;
- Bio-lemezek:** lehetséges út a zöldebb elektronika felé

Préselt hordozók szubtraktív rézréteggel:

- Biológiailag lebomló alapanyagokból + réz + alkatrészek.
- Lehetséges alkalmazási terület, pl. RFID tag-ek.



BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

43/50

43

A BIOMŰANYAGOKRÓL

A BIOMŰANYAGOK CSOPORTJAI:

- Biológiailag lebontható vagy komposztálható, de nem biológiai forrásból származó (szintetikus);
- Biológiailag lebontható vagy komposztálható és biológiai forrásból származó;
- Nem bontható le, nem komposztálható, de biológiai forrásból származó.

Két tipikus bioműanyag

- CA (Cellulose Acetate) (forrás: cellulóz)
- PLA (Polylactic Acid) (politejsav, forrás pl: kukoricakeményítő)

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

44/50

44

HOGY KÉSZÜL A LEBOMLÓ ÁRAMKÖRI HORDOZÓ?

Fröccsöntés + NYHL technológia

KIINDULÁSI PONT:



CA pelletek

Arbourg Allrounder fröccsöntő; MP20VK laminátor a rézréteg felvitelére.



Fröccsöntött lemez

Laminált rézréteg



- Fotolitográfia
- Galvanizálás + maratás

Végszerelés:
SMT-vel
(röntgenes ell.)

BMEETT

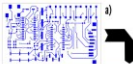
Többrétegű és speciális NyHL-ek

45/50


45

NYHL gyártástechnológia


A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



a)



b)



c)

MP3 lejátszó (ETT diplomaterv):

- a.) Áramkör megtervezése CAD rendszerben (alsó/felső rétegek kialakítása).
- b.) Áramkör elkészítése a korábban bemutatott módon.
- c.) Vég szerelés SMT technológiával.

Megoldatlan kérdések:


- Alacsonyabb az anyagok lágyulási hőmérséklete, ezért alacsony olvadáspontú ötvözet alkalmazása szükséges (pl. SnBi).
- Égégátlás, szál erősítés hiánya.

FR4 hordozó →

CA hordozó →

GPTE-DETD →

bioepoxi hordozó →




Többrétegű és speciális NyH-L-ek

46/50


46

ÚJ KOMPOZITOK


- PLA és LENSZÁLAS kompozit
- Égégátolt
- Szál erősített
- Lebontható és zöld forrásból származó.




Keresztmetszet



Első generáció




Második generáció



A szubtraktív technológiával kompatibilis.

- Cu foil
- FR PLA/Flax prepreg
- FR PLA powder
- FR PLA/Flax prepreg
- Cu foil




Többrétegű és speciális NyH-L-ek

47/50

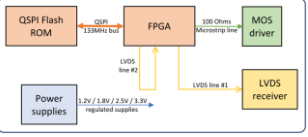
47

ALKALMAZÁSI TESZTEK – FPGA TEST BOARD




FR4 (fent) and PLA/Flax (alul) testáramkörök

- A szubsztrát alkalmas nagyfrekvenciás alkalmazásokhoz, például antennák, nagysebességű vonalak megvalósításához.
- A nagysebességű digitális áramkörök tervezése az új PLA/flax szubsztrátumhoz igazítható.
- A jövő kritikus pontja a szubsztrát biológiai lebonthatóságának ellenőrzése az aktív élettartam alatt. Bioleaching.



Grenoble INP (Vincent Grennerat) + BME ETT



Többrétegű és speciális NyH-L-ek

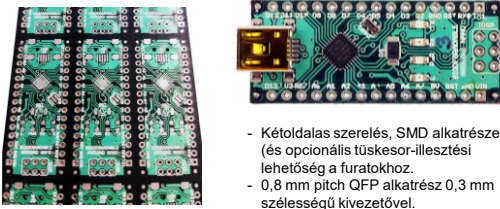
48/50

48

NYHL gyártástechnológia

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

ALKALMAZÁSI TESZTEK – SUSDUINO



Tanszéken készült SustainableDuino áramkörök.
(Arduino nano clone.)

- Kétoldalas szerelés, SMD alkatrészek (és opcionális tűske-sor-illesztési lehetőség a furatokhoz.
- 0,8 mm pitch QFP alkatrész 0,3 mm szélességű kivezetővel.
- Commercial-grade (fogyasztói) elektronika szintű komplexitás, kis méreten.

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

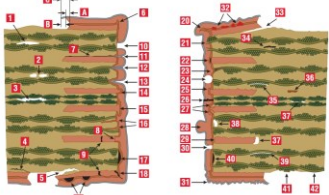
49/50

49

A NYHL-EK KERESZTMETSZETÉBEN VIZSGÁLHATÓ HIBAJELENSÉGEK

Nyomatott huzalozású lemezek minőségével foglalkozó ipari szabvány:

- Általános minőségi követelmények:
IPC-A-600J: Acceptability of Printed Boards
- Konkrét technológiai paraméterek:
IPC-6012D: Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards



- 1 Undercoat
- 2 Copper
- 3 Overhang
- 4 Internal
- 5 External
- 6 Internal
- 7 External
- 8 Internal
- 9 External
- 10 Internal
- 11 External
- 12 Internal
- 13 External
- 14 Internal
- 15 External
- 16 Internal
- 17 External
- 18 Internal
- 19 External
- 20 Internal
- 21 External
- 22 Internal
- 23 External
- 24 Internal
- 25 External
- 26 Internal
- 27 External
- 28 Internal
- 29 External
- 30 Internal
- 31 External
- 32 Internal
- 33 External
- 34 Internal
- 35 External
- 36 Internal
- 37 External
- 38 Internal
- 39 External
- 40 Internal
- 41 External
- 42 Internal

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

50/50

50
