

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



3 NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

3-02 TÖBBRÉTEGŰ ÉS SPECIÁLIS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA, NAGY VEZETÉKSŰRŰSÉGŰ HORDOZÓK TÍPUSAI

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 RAJZOLAT KIALAKÍTÁSÁNAK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA (ISMÉTLÉS)

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.

- biztosított 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

Féladditív technológia
A fenti két eljárás előnyeinek egyesítése

Szubtraktív technológia

kiindulás → kész lemez

Additív technológia

kiindulás → kész lemez


Többrétegű és speciális NyHL-ek

2/31


2

NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK ELŐÁLLÍTÁSA ADDITÍV ELJÁRÁSSAL

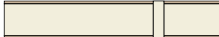
1. Kiindulás: szigetelő hordozó lemez



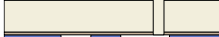
2. Tapadásfokozó, katalizáló réteg




3. Furatok készítése



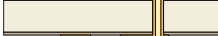
4. Negatív fotoreziszt-maszk



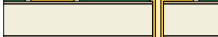
5. Árammentes rézbevonat



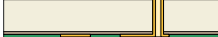
6. Fotoreziszt-maszk leoldása



7. Forrasztásgátló maszk kialakítása



8. Bevonat felvitele (l. előző előadás)



Többrétegű és speciális NyHL-ek

3/31

3

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A FÉLADDITÍV TECHNOLOGIA

Kiindulás: I.) szigetelő hordozó lemez, amire
II.) együttkészült 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

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 4/31

4

RAJZOLATKIALAKÍTÁSI TECHNOLOGIÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

SZUBTRAKTÍV
3 mil 4 mil 5 mil

FÉLADDITÍV - ÓNMA SZK KAL
3 mil 4 mil 5 mil

FÉLADDITÍV - DIFFERENCIÁL MARÁSSAL
2 mil 3 mil 4 mil 5 mil

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 5/31

5

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 belülrétegnek 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 térhálósításhoz 170 °C-on, 150 N/cm² nyomáson 30...60 perc szükséges.
- A rajzolat kialakítási technológia ezután megegyezik a kétoldalas nyomtatott huzalozású lemezek technológiájával. (l.: előző előadás)

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 6/31

6

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

TÖBBRÉTEGŰ LEMEZ FURATFAJTÁI ÉS RÉTEGEI

forr. felület eltemetett via védőfémzés üvegszövet-vázú epoxi lemez

prepreg réteg belső huzalozási réteg táp és föld réteg – vastag huzalozás galvanizált rézréteg

zsák (vak) via fémezett falú átmenő furat

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 7/31

7

TÖBBRÉTEGŰ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

1. Laminálás

Rézfóliával borított lemez

Prepreg

Rajzolatot tartalmazó lemez

Prepreg

Rézfóliával borított lemez

2. Sajtolás, melegítés

3. Fúrás+szigetelő maratása

A technológia innentől megegyezik a kétoldalas nyomtatott huzalozású lemezek technológiájával (l.: előző előadás)

Elkészült laminált többrétegű NyHL

belső huzalozási rétegek

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 8/31

8

TÖBBRÉTEGŰ LAMINÁLÁSI VÁLTOZATOK

Olcsóbb, pontatlanabb; a rétegek illeszkedési hibája a filmillesztési és a lemezek illesztési hibájából adódik

Kétoldalas NyHL

Prepreg fóliák

Kétoldalas NyHL

Drágább, pontosabb; a rétegek illeszkedési hibája csak az előhívó film illesztési hibájából adódik

Egyoldalas NyHL

Prepreg fóliák

Kétoldalas NyHL

Prepreg fóliák

Egyoldalas NyHL

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 9/31

9

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

MIKROVIÁK KÉSZÍTÉSI TECHNOLOGIÁI

A **mikroviák** olyan a vezetőrétegeket összekötő fémezett falú furatok, melyeknek **átmérője 10...100 µm**.

A **mikroviák** alkalmazásának **előnyei**:

- Kisebb vezeték hossz - nagyobb jelterjedési sebesség - gyorsabb működés
- Kisebb méret a furatátmérő és a forrszem méretének csökkenése miatt
- Egyes parazita tényezők csökkennek, kisebb zaj
- Jobb megbízhatóság

Mikroviák készítésének technológiái:

Rétegfelvitel után **furatkészítés**, majd a furatok **fémezése**

Furatkészítés:

- nagy átmérőhöz mechanikus fúrás a gazdaságos
- kis átmérőhöz lézeres fúrás, plazmamaratás, vagy fotolitográfia

Fémezés: a furat falára vagy a furatot teljesen kitöltve



Többrétegű és speciális NyHL-ek

10/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

10

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.





Mikroviákat tartalmazó NyHL felületi képe

mikrovia huzalozás



Többrétegű és speciális NyHL-ek

11/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

11

KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLOGIÁJÚ MIKROVIÁK SZERKEZETE



Lézer

Plazma

Fürt





Többrétegű és speciális NyHL-ek

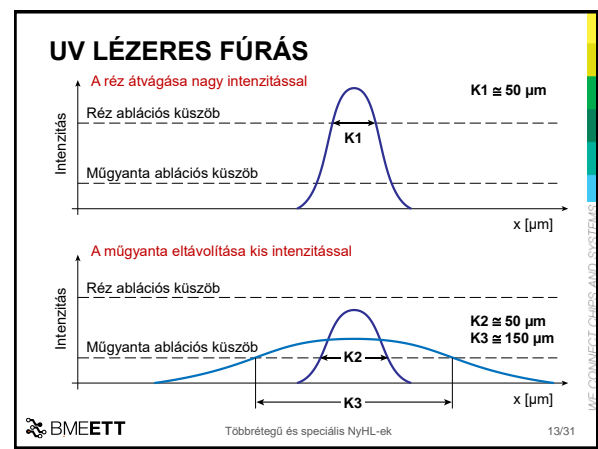
12/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

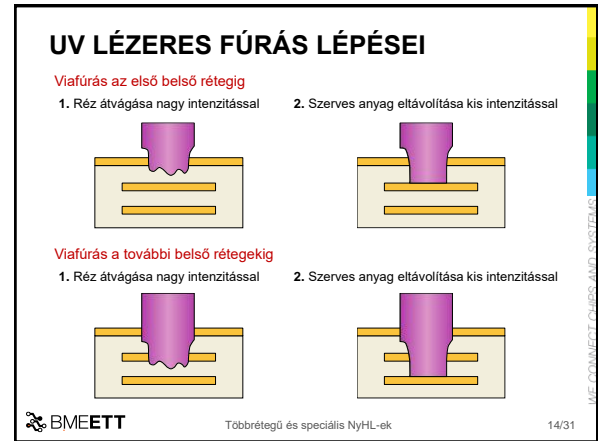
12

Többrétegű és speciális NyHL-ek

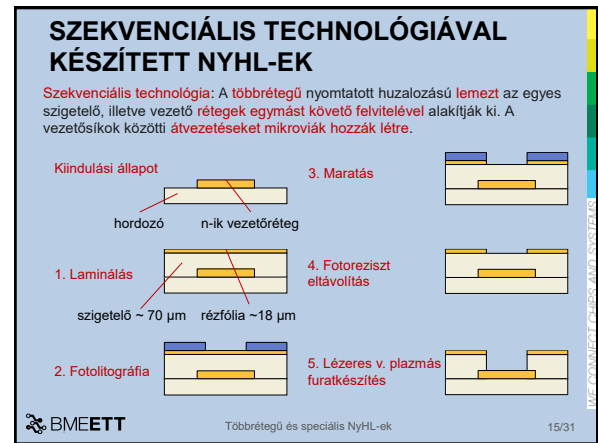
A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



13



14

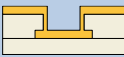


15


A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SZEKVENCIÁLIS TECHNOLOGIÁVAL KÉSZÍTETT NYHL-EK

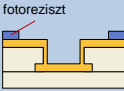
6. Kémiai rézfelvétel



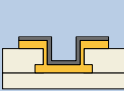
9. Fotoreziszt eltávolítás



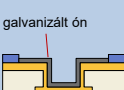
7. Fotolitográfia




10. Réz maratás



8. Ón galvanizálás



11. Ón maratás



fotoreziszt

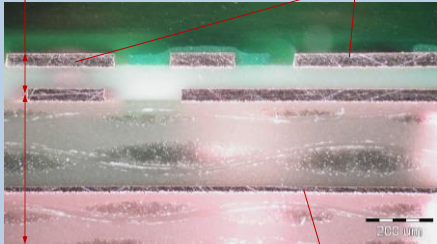
galvanizált ón

n+1-ik vezetőréteg

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 16/31

16

SZEKVENCIÁLIS RÉTEGÉPÍTÉS HAGYOMÁNYOSAN KÉSZÍTETT NYHL-RE



szekvenciális technológiával ráépített réteg

forrasztási felületek

többrétegű, együttilaminált nyomtatott huzalozású lemez

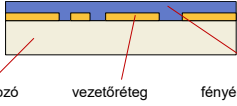
belső huzalozási pálya

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 17/31

17

SZEKVENCIÁLIS TECHNOLOGIA FÉNYÉRZÉKENY SZIGETELŐKKEL

Fényérzékeny szigetelő felvitele

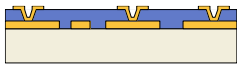


hordozó

vezetőréteg

fényérzékeny szigetelő

Fotolitográfiai viák – árammentes rézfelvétel, majd maratás vékony fotoreziszt előhívása után



BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 18/31

18

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉMHORDOZÓS LEMEZEK

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

forrasztásgátló réteg

epoxi réteg fémhordozó réz réteg

Alkalmazásának célja:
a hővezetési tényező javítása:

epoxi-üvegszövet
lemez: 0,2 W/(mK)
IMS lemez: 1,3 W/(mK)

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 19/31

19

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉMBETÉTES LEMEZEK

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

többrétegű NyHL betétlemez fémezett falú furat

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)

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 20/31

20

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK

State-of-the-art rajzolatfinomság

100 μm
~ 4 mil

75 μm
~ 3 mil

45 μm
~ 2 mil

Speciális igények kielégítésére.

Technológiai határ.

→
Ár nő, kihozatal romlik.

Via-in-pad BGA kivezetések

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 21/31

21

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

A ZÖLDEBB ELEKTRONIKA FELÉ VEZETŐ ÚTON...



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

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

Préselt hordozók szubtraktív rézréteggel:

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





Többrétegű és speciális NyHL-ek

22/31

22

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)



Többrétegű és speciális NyHL-ek

23/31

23

HOGY KÉSZÜL A LEBOMLÓ ÁRAMKÖRI HORDOZÓ?

KIINDULÁSI PONT:



CA pelletek

Fröccsöntés + NYÁK technológia

Arbourg Allrounder fröccsöntő; MP20VK laminátor a rézréteg felvitelére.



- Fotolitográfia
- Galvanizálás + maratás

Végkészlet:
SMT-vel
(röntgenes ell.)



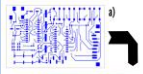
Többrétegű és speciális NyHL-ek

24/31

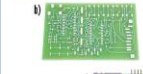
24

Többrétegű és speciális NyHL-ek


A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



a)



b)



c)

FR4 hordozó

CA hordozó

GPTE-DETDA

bioepoxi hordozó


PÉLDA KÉSZ ÁRAMKÖRÖKRE

MP3 lejátszó (ETT diplomaterv):

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

Megoldatlan kérdések:

- Alacsonyabb az anyagok lágyulási hőmérséklete, ezért alacsony olvadáspontú ötvözet alkalmazása szükséges (pl. SnBi).
- Égésátlás, szálerősítés hiánya.



Többrétegű és speciális NyHL-ek

25/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS


25

A NYHL-EK MINŐSÉGÉVEL KAPCSOLATOS KIHÍVÁSOK

- A kész termék több tíz egymást követő technológia lépés eredményeként áll elő.
- Valamennyi lépés esetén nagyszámú technológiai paramétert kell kontrolálni és ellenőrizni.
- Nagyszámú alapanyag és sok technológiai segédanyag anyag felhasználásával készül.
- Geometriai sajátosságokból adódóan a felvitt rétegvastagságok a lemez felületéhez képest több nagyságrenddel kisebbek → nehéz egyenletes rétegtulajdonságokat elérni a teljes felületen.
- A többrétegű lemezek esetében a rétegek között nagyszámú átmenő furat teremt galvanikus kapcsolatot. A furatok többsége funkcionális, azaz ha a furatfémzés sérül, az az áramkör meghibásodásához vezet.

↓

Nagyszámú NYHL-hez köthető meghibásodási típus fordul elő.



Többrétegű és speciális NyHL-ek

26/31

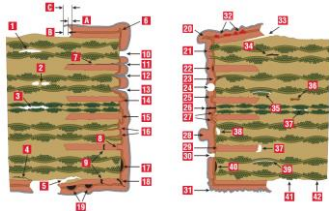
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

26


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



Többrétegű és speciális NyHL-ek

27/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

27

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

TÖBBRÉTEGŰ NYHL HIBATÍPUSOK: PÉLDA #1

Elvékonyodott furatfémzés

- A vonatkozó szabvány ajánlásai alapján a minimális furatfémzés vastagság 18 µm

Optikai mikroszkópos felvétel

Vékony furatfém

500 µm

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

28/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

28

TÖBBRÉTEGŰ NYHL HIBATÍPUSOK: PÉLDA #2

Furatfém szakadás belső rétegeknél:

- Gyakori hibajelenség, ha a furatfém nem megfelelő vastagságú

Furatfém szakadás

500 µm

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

29/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

29

TÖBBRÉTEGŰ NYHL HIBATÍPUSOK: PÉLDA #3

Rétegelválás és forrszem alatti repedés

- A rétegelválás ritkán tapasztalható jelenség, de a forrszem alatti repedés annál gyakoribb

Rétegelválás

forrszem alatti repedés

1 mm


BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

30/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

30

TARTALOMJEGYZÉK
• Nyomtatott huzalozású lemezek gyártástechnológiája
• Additív technológia
• Féladditív technológia
• Többretegű, együttlaminált nyomtatott huzalozású lemezek technológiája
• Mikroviák készítmény technológiája
• Szekvenciális technológiával készített nyomtatott huzalozású lemezek
• Speciális nyomtatott huzalozású lemezek
• Fémhordozós NyHL-ek
• Fémbeépítés NyHL-ek
• A zöld elektronika hordozói
• Hibatípusok többretegű NYHL-eken
 BMEETT
Többretegű és speciális NyHL-ek
31/31
