

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE


5 A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

5-02 TÖBBRÉTEGŰ ÉS SPECIÁLIS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA, NAGY VEZETÉKSŰRŰSÉGŰ HORDOZÓK TÍPUSAI

ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA ÉS ANYAGISMERET
VIETAB00

 **BMEETT** BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
ELECTRONICS TECHNOLOGY TANKER DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TARTALOMJEGYZÉK

Nyomtatott huzalozású lemezek gyártástechnológiája

- Additív technológia
- Féladditív technológia

Többrétegű, együttlaminált nyomtatott huzalozású lemezek technológiája


Mikroviák készítemi technológiája

Szekvenciális technológiával készített nyomtatott huzalozású lemezek

Speciális nyomtatott huzalozású lemezek

- Fémhordozós NyHL-ek
- Fémbetétes NyHL-ek

Multichip modulok (MCM)

 **BMEETT** Többrétegű és speciális NyHL-ek 2/28

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

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 alámardás következtében korlátozott a mintázat felbontása

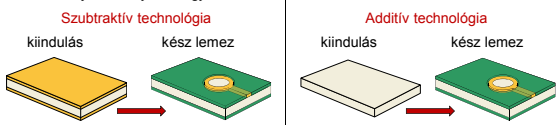
Additív technológia
A szigetelőlemez (hordozó) felületére a rajzolatot a kívánt geometriában (a maszk által szabadon hagyott helyekre) viszik fel.


- finomabb rajzolat, gyengébb tapadás

Féladditív technológia
A fenti két eljárás előnyeinek egyesítése

Szubtraktív technológia
kiindulás → kész lemez

Additív technológia
kiindulás → kész lemez



 **BMEETT** Többrétegű és speciális NyHL-ek 3/28

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Többrétegű és speciális NyHL-ek

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. Védőbevonat felvitele (I. előző előadás)

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 4/28

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+védőfémezés

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 5/28

RAJZOLATKIALAKÍTÁSI TECHNOLOGIÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

SZUBTRAKTÍV
3 mil 4 mil 5 mil

FÉLADDITÍV - ÖNMAZKKAL
3 mil 4 mil 5 mil

FÉLADDITÍV - DIFFERENCIÁLMASSAL
2 mil 3 mil 4 mil 5 mil

+10 µm Sn
35 µm Cu

+25 µm Cu
+10 µm Sn
5 µm Cu

+35 µm Cu
5 µm Cu

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 6/28

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

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

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 7/28

TÖBBRÉTEGŰ LEMEZ FURATFAJTÁI ÉS RÉTEGEI

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 8/28

TÖBBRÉTEGŰ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

- Laminálás**
Rézfóliával borított lemez
Prepreg
Rajzolatot tartalmazó lemez
Prepreg
Rézfóliával borított lemez
- Sajtolás, melegítés**
- Fúrás+szigetelő maratása**

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

Elkészült laminált többrétegű NyHL

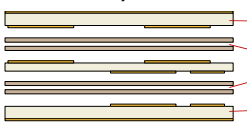
BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 9/28

Többrétegű és speciális NyHL-ek

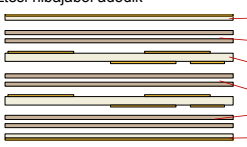
A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

TÖBBRÉTEGŰ LAMINÁLÁSI VÁLTOZATOK

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



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



BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 10/28

MIKROVIÁK KÉSZÍTÉSI TECHNOLOGIÁI

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

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

- Kisebb vezetékhozz - 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**

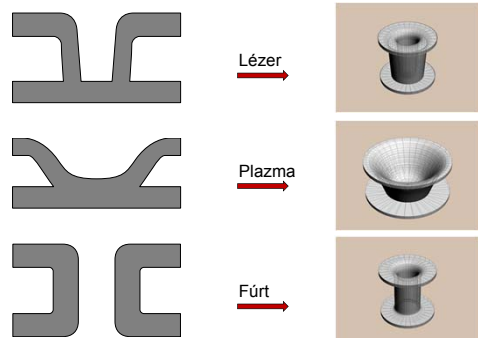
Furatkészítés:

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

Fémezés: a furat falára vagy a furatot teljesen kitöltve

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 11/28

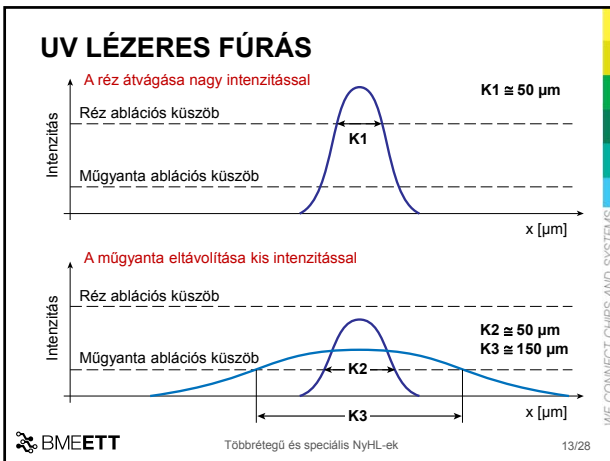
KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLOGIÁJÚ MIKROVIÁK SZERKEZETE

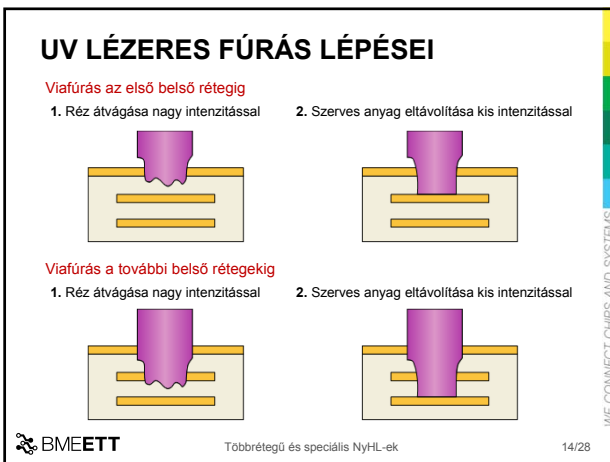


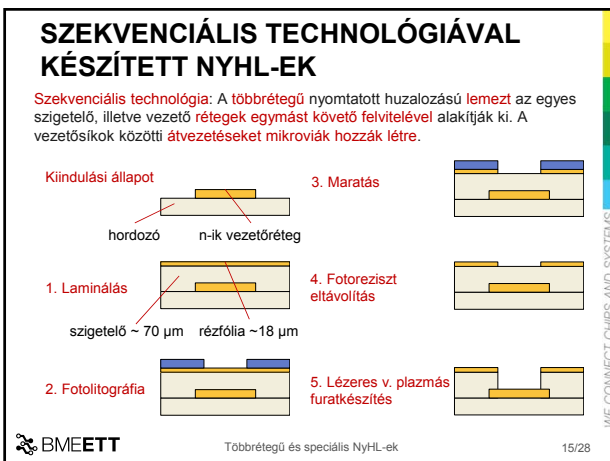
BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 12/28

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE







Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SZEKVENCIÁLIS TECHNOLOGIÁVAL KÉSZÍTETT NYHL-EK

6. Kémiai rézfelvitel

7. Fotolitográfia

8. Ön galvanizálás

9. Fotoreziszt eltávolítás

10. Réz maratás

11. Ön maratás

fotoreziszt

galvanizált ön

n+1-ik vezetőréteg

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

16/28

SZEKVENCIÁLIS RÉTEGÉPÍTÉS HAGYOMÁNYOSAN KÉSZÍTETT NYHL-RE

szekvenciális technológiával ráépített réteg

forrasztási felületek

többrétegű, együttlaminált nyomtatott huzalozású lemez

belső huzalozási pálya

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

17/28

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.

Felső rézréteg

Szigetelő 50 µm

Belső rézréteg

Mikroviákat tartalmazó NyHL felülnézeti képe

mikrovia

huzalozás

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

18/28

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SZEKVENCIÁLIS TECHNOLOGIA FÉNYÉRZÉKENY SZIGETELŐKKEL

Fényérzékeny szigetelő felvitele

hordozó vezetőrétteg fényérzékeny szigetelő

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

Többrétegű és speciális NyHL-ek 19/28

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉM HORDOZÓS 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)

Többrétegű és speciális NyHL-ek 20/28

SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉMBETÉTES LEMEZEK

Cél: a hordozó hőtágulását illeszteni a befroasztásra 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)

Többrétegű és speciális NyHL-ek 21/28

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

MULTICHIP MODULOK

Elvezetésük alapján **multichip moduloknak** a **több chipet tartalmazó, szerelt áramköröket** nevezzük. Pontosabb értelmezés szerint a **MCM-ok legfontosabb tulajdonságai:**

- legalább két tokozatlan chip-et tartalmaz,
- nagy vezetéksűrűségű (HDI = High Density Interconnect) hordozó,
- hatékony hűtési módszer.

A **MCM-okat** a - rendszerint többrétegű - **hordozó szigetelő rétegének készítéséhez** alkalmazott technológia **alján csoportosítjuk:**

- **MCM-L** – MCM-laminated: a laminált multichip modulok hordozója többrétegű, laminált nyomtatott huzalozású lemez,
- **MCM-D** – MCM-deposited: a vékonyréteg-technológiai vákuumeljárásokkal felépített (leválasztott) rétegszerkezetű hordozóra szerelt modulok
- **MCM-C** – MCM-ceramic: a többrétegű kerámia hordozójú modulok

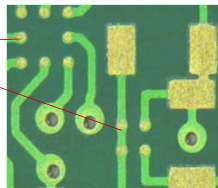
MCM-L HORDOZÓ: HD NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZ

MCM-L: Laminált (laminated) multichip modul. **A hordozó nagy vezetéksűrűségű, mikroviákat tartalmazó, többrétegű nyomtatott huzalozású lemez. Készülhet laminálással, szekvenciális felépítéssel, vagy ezek kombinációjával.**

A többrétegű lemezeket egy-két réteges lemezek összeragasztásával vagy rétegek ráépítésével készítik. A réz fóliába vagy rétegbe fotolitográfia, galvanizálás és maratás kombinációjával készítik a mintázatot. Az egymás fölötti vezeték rétegeket a furatok, ill. a mikroviák átfémzésével kötik össze.

Flip chipek számára kialakított forrasztási felületek (Flip-Chip on Board)

MCM-L hordozó együttemiált többrétegű NyHL



MCM-D, VÉKONYRÉTEG TECHNOLOGIÁVAL KÉSZÜLŐ MCM

Az MCM-D mutichip modul típusnál a többrétegű huzalozási pályák között a dielektrikumréteg polimer, vagy a félvezető technikában alkalmazott SiO₂, vagy más szigetelő réteg. A vezetópályákat a vékonyréteg áramköröknél megismert vákuumtechnikai eljárásokkal készítik. A vezeték mintázatot fotolitográfiai eljárással állítják elő.

A hordozó anyagválasztéka:

- kerámia (Al₂O₃ ; BeO; AlN),
- üveg (pl. boroszilikát),
- szilícium,
- gyémánt.

A dielektrikumréteg anyagválasztéka:

- poliimid,
- parilén,
- poli-benzo-ciklobután (BCB),
- szilícium-dioxid (szilícium hordozó esetén).

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

SZILÍCIUM HORDOZÓJÚ MCM-D (VÉKNYRÉTEGES) KONSTRUKCIÓ

Al huzalkötés

Si chip

Vezető ragasztó

Si₃N₄ passzíváló réteg

Fémzés (jelvezetékek)

SiO₂ szigetelő réteg

Fémzés (föld- tápréteg)

Si hordozó

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

25/28

SZEKVENCIÁLISAN FELÉPÍTETT MCM-D HORDOZÓ

- A hordozó felületén **vékonyréteg technológiával huzalozásréteget** alakítanak ki. **Erre szigetelőréteget** visznek fel, folyékony anyagból kiindulva, centrifugálással vagy kenéssel. A **szigetelőrétegbe kisméretű ablakokat (viákat) nyitnak**. A teljes felületet újra fémréteggel vonják be. A felső fémzésen foto-litográfiával és maratással alakítják ki a huzalozási pályák rajzolatát.
- Ezután a szigetelőréteg felvitelétől kezdve megismétlik a technológiai lépéseket. Így 3...10 vezetőrétetet tartalmazó multilayer huzalozás hálózatok alakíthatók ki.

ellenállás

via

pad

szigetelő (polimid)

huzalozás

hordozó

plazmamaratás

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

26/28

MCM-C, A TÖBBRÉTEGŰ KERÁMIA HORDOZÓJÚ MODULOK

Az MCM-C multichip modulok típusai (L. 4.1 és 4.2 tétel):

- TFC** (Thick Film Circuits, azaz vastagréteg áramkörök): Kerámia hordozón szitanyomtatással előállított vastagréteg hibrid IC-k.
- HTCC** (High Temperature Cofired Ceramic): nagy, 1500 °C-nál magasabb, hőmérsékleten kiégetett többrétegű huzalozású kerámiahordozók.
- LTCC** (Low Temperature Cofired Ceramic): viszonylag kis hőmérsékleten (800...1000 °C-on) kiégetett többrétegű huzalozású kerámiahordozók.

MCM-C

BMEETT

Többrétegű és speciális NyHL-ek

27/28

Többrétegű és speciális NyHL-ek

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

KITEKINTÉS

- Rajzolatfinomság növelése: lézeres direkt levilágítás, féladditív technológiák;
- Alapanyagok: új műgyanták (pl. magasabb Tg), vázanyagok (méretstabilitás);
- Flexibilis hordozók tervezési irányelveinek kialakítása;
- Disszipációs tulajdonságok javítása (fém- és kerámiahordozós huzalozások);
- Lézeres fúrás;
- CAD: "impedance controlled" huzalozások, nagyobb súllyal a többrétegűnél;
- Additív technológiák;
- Press-Fit Connections (nem forrasztással, hanem mechanikusan rögzített csatlakozó tűskék);
