

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

  
**5 A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE**

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

**ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA ÉS ANYAGISMERET**  
**VIETAB00**

 **BMEETT** BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS  
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 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**

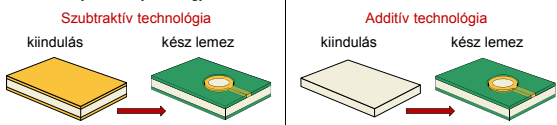
A fenti két eljárás előnyeinek egyesítése


**Szubtraktív technológia**

kiindulás → kész lemez

**Additív technológia**

kiindulás → kész lemez



 **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  
 +10 µm Sn  
 35 µm Cu

**FÉLADDITÍV - ÖNMAZKKAL**  
 3 mil 4 mil 5 mil  
 +25 µm Cu  
 +10 µm Sn  
 5 µm Cu

**FÉLADDITÍV - DIFFERENCIÁLMASSAL**  
 2 mil 3 mil 4 mil 5 mil  
 +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 Cu<sub>2</sub>O). 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/cm<sup>2</sup> nyomáson 30...60 perc szükséges.
- **A rajzolatalkalkítási 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

---

---

---

---

---

---

---

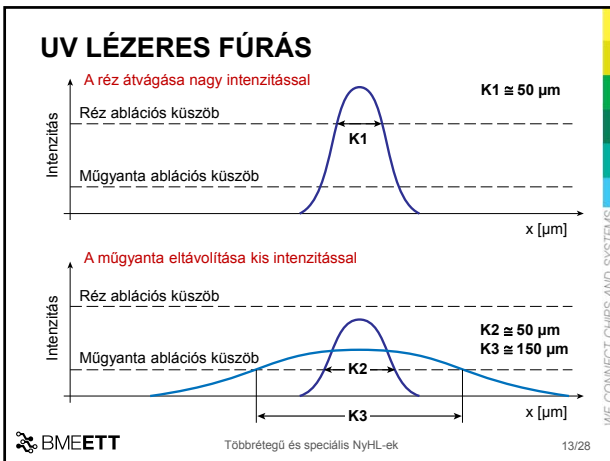
---

---

---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE




---

---

---

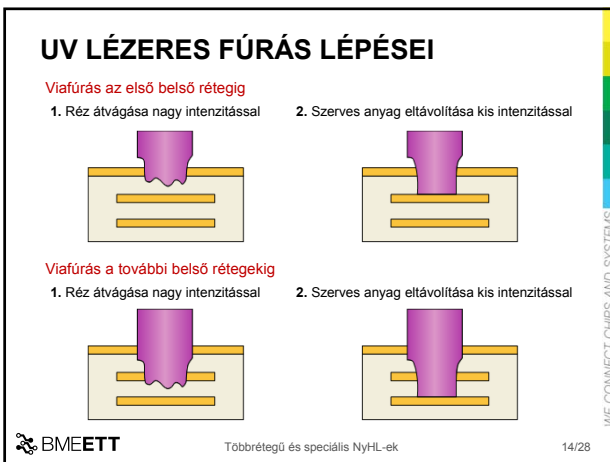
---

---

---

---

---




---

---

---

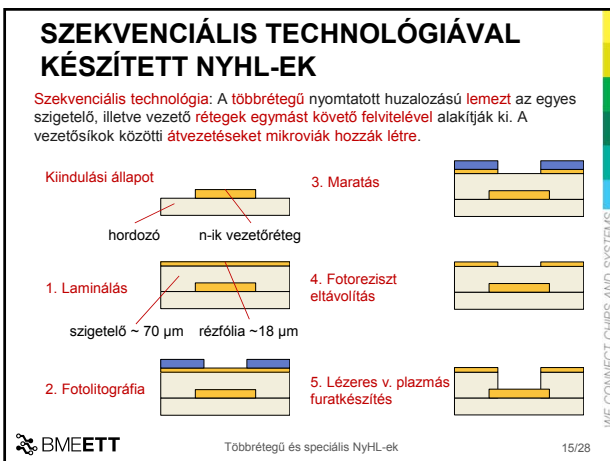
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

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

hordozó      vezetőrétteg      fényérzékeny szigetelő

**BMEETT**      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)

**BMEETT**      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)

**BMEETT**      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

---

---

---

---

---

---

---

---

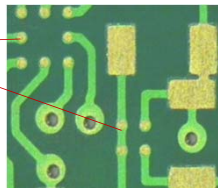
## MCM-L HORDOZÓ: HD NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZ

**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 chippek 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  $\text{SiO}_2$ , vagy más szigetelő réteg. A vezetópályákat a vékonyréteg áramköröknél megismert vákuumtechnikai eljárásokkal készítik. A vezeték mintázatot fotolitográfiai eljárással állítják elő.

**A hordozó anyagválasztéka:**

- kerámia ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; BeO; AlN),
- üveg (pl. boroszilikát),
- szilícium,
- gyémánt.

**A dielektrikumréteg anyagválasztéka:**

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

---

---

---

---

---

---

---

---



# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

## SZILÍCIUM HORDOZÓJÚ MCM-D (VÉKNYRÉTEGES) KONSTRUKCIÓ

Al huzalkötés  
Vezető ragasztó  
Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> passzíváló réteg  
Fémzés (jelvezetékek)  
SiO<sub>2</sub> 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.

**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);

---

---

---

---

---

---

---

---