

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



## 3 NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA

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

ELEKTRONIKAI TECHNOLOGIA ÉS ANYAGISMERET  
VIETAB00



BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS  
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

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.

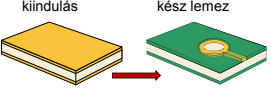
- finomabb rajzolat, gyengébb tapadás

### Féladditív technológia

A fenti két eljárás előnyeinek egyesítése

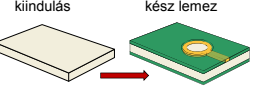
#### Szubtraktív technológia

kiindulás → kész lemez



#### Additív technológia

kiindulás → kész lemez



Többrétegű és speciális NyHL-ek

2/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---


---

---

---

## 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 (I. előző előadás)



Többrétegű és speciális NyHL-ek

3/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

## A FÉLADDITÍV TECHNOLOGIA

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

---

---

---

---

---

---

---

---

## RAJZOLATKIALAKÍTÁSI TECHNOLOGIÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

**SZUBTRAKTÍV**

3 mil 4 mil 5 mil

**FÉLADDITÍV - ÖNMASSZKAL**

3 mil 4 mil 5 mil

**FÉLADDITÍV - DIFFERENCIÁLMASSZKAL**

2 mil 3 mil 4 mil 5 mil

100 µm 50 µm

+10 µm Sn  
35 µm Cu

+10 µm Sn  
+25 µm Cu  
5 µm Cu

+35 µm Cu  
5 µm Cu

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 5/31

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 belülről kerülő rétegnek 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 rajzolatalkialakítási technológia ezután megegyezik a kétoldalas nyomtatott huzalozású lemezek technológiájával. (l.: előző előadás)

BMEETT Többrétegű és speciális NyHL-ek 6/31

---

---

---

---

---

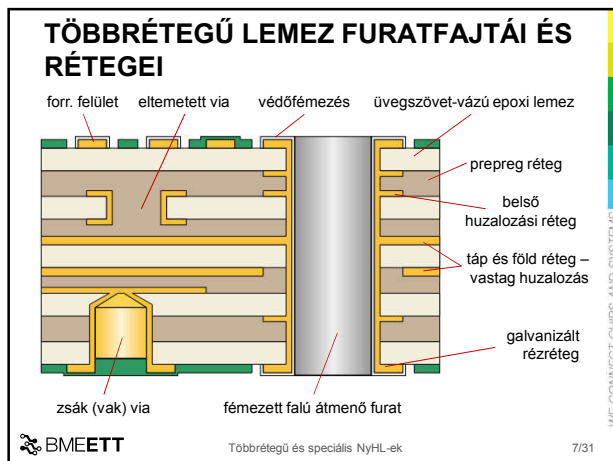
---

---

---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



---

---

---

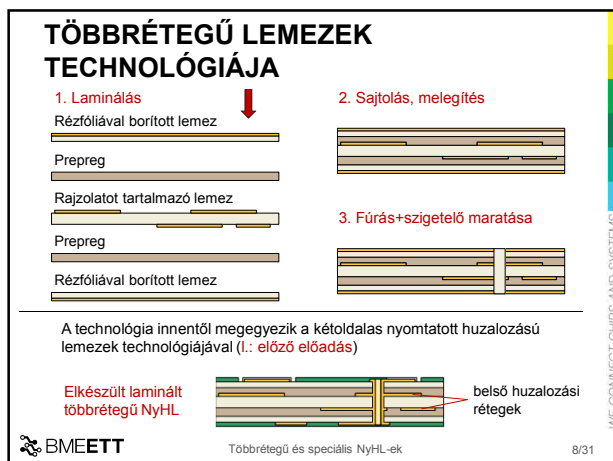
---

---

---

---

---



---

---

---

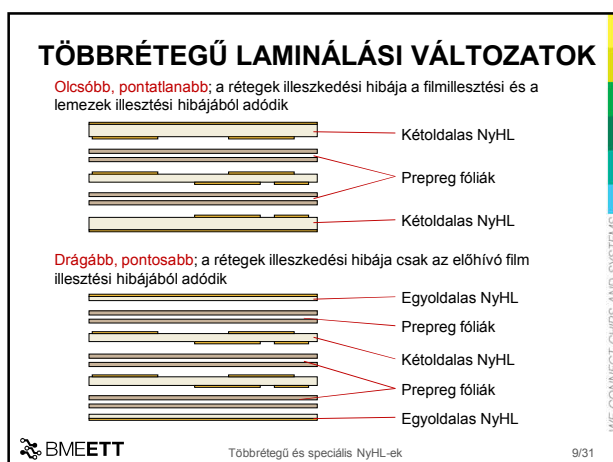
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

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  $\mu\text{m}$** .

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 **fémzése**

**Furatkészítés:**

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

**Fémzés:** a furat falára vagy a furatot teljesen kitöltve



Többrétegű és speciális NyHL-ek

10/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

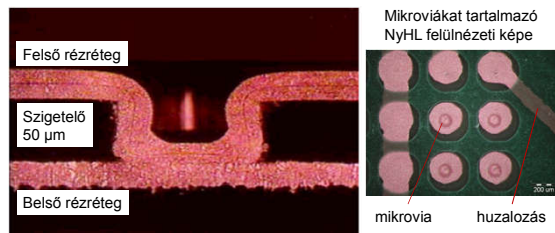
---

---

---

## NAGYFELBONTÁSÚ, MIKROVIÁS NYHL

A többrétegű nyomtatott huzalozású lemez szekvenciálisan (az egyes szigetelő, illetve vezető rétegek egymást követő felvitelével) kialakított rétegeibe 10...100  $\mu\text{m}$  átmérőjű, vezetőrétegek szintjei között átvezető, ún. mikroviákat alakítanak ki.



Többrétegű és speciális NyHL-ek

11/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

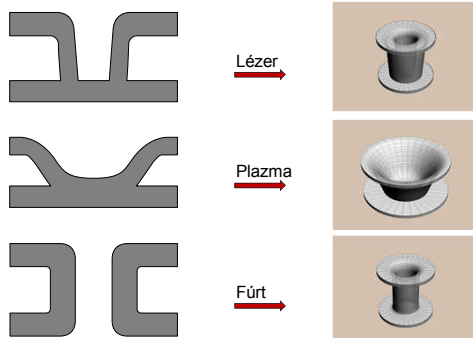
---

---

---

---

## KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLOGIÁJÚ MIKROVIÁK SZERKEZETE



Többrétegű és speciális NyHL-ek

12/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

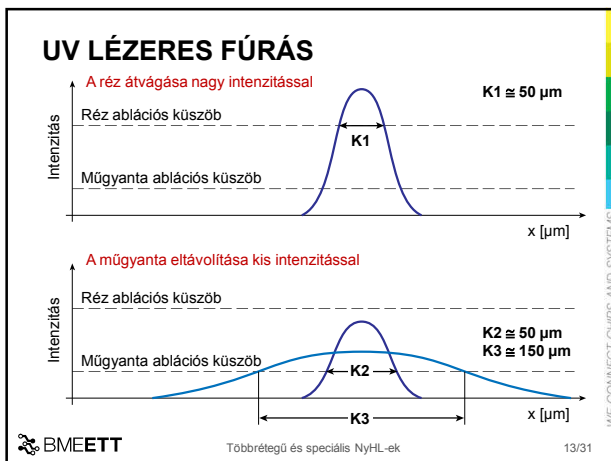
---

---

---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



---

---

---

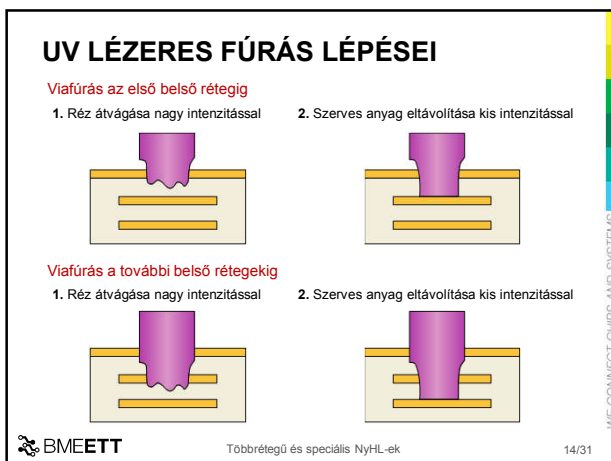
---

---

---

---

---



---

---

---

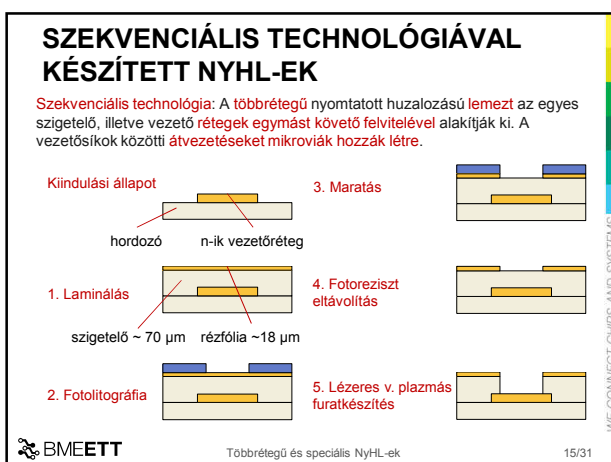
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

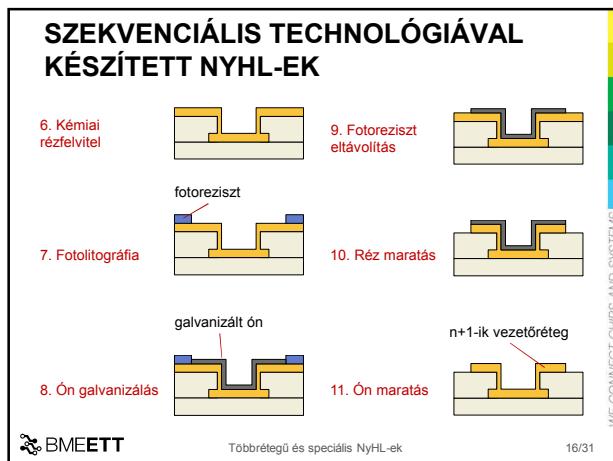
---

---

---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE



---

---

---

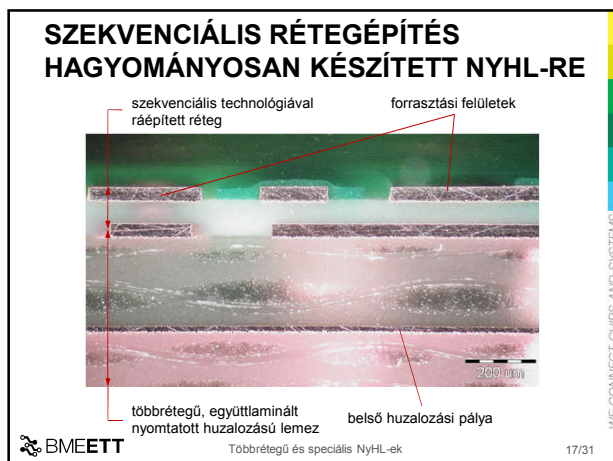
---

---

---

---

---



---

---

---

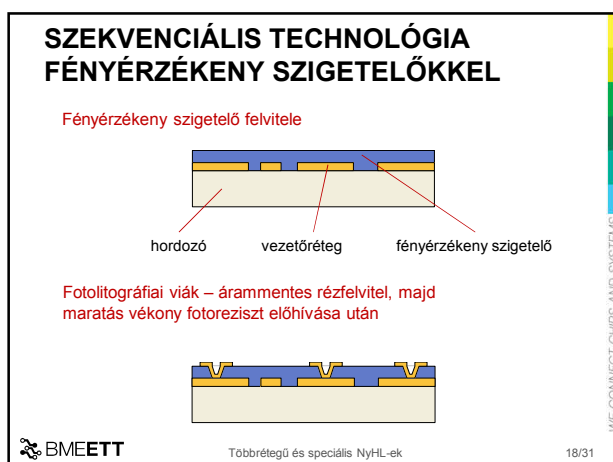
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

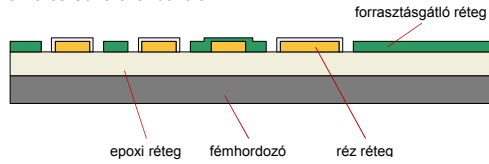
---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

## SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉM HORDOZÓS 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

19/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

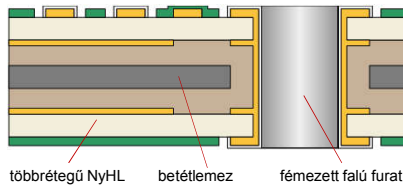
---

---

---

## SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK - FÉMBETÉTES LEMEZEK

**Cél:** a hordozó hőágulását illeszteni a beforrasztásra kerülő alkatrészhez (pl. kerámia alapú alkatrész)



Hőágulási 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

20/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

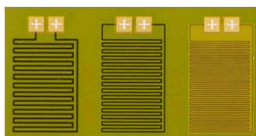
---

---

---

## SPECIÁLIS NYOMTATOTT HUZALOZÁSOK

**State-of-the-art rajzolatfinomság**



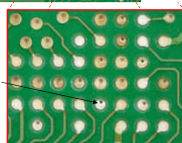
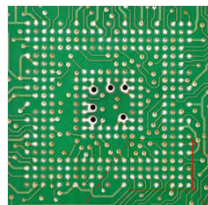
100 µm  
~ 4 mil

75 µm  
~ 3 mil

Speciális igények  
kielégítésére.

Technológiai  
határ.

Ár nő, kihozatal romlik.



Többrétegű és speciális NyHL-ek

21/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

## A ZÖLDEBB ELEKTRONIKA FELÉ VEZETŐ ÚTON...

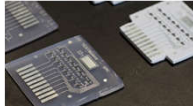


Elektronikai hulladék (bal) ; komposztálható  
cellulóz-acetát (CA) alapanyag

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

### Préselt hordozók szubtraktív rézréteggel:

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



Többrétegű és speciális NyHL-ek

22/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

---

## A BIOMŰANYAGOKRÓL

### A BIOMŰANYAGOK CSOPORTJAI:

- Biológiai lebomló vagy komposztálható, de nem biológiai forrásból származó (szintetikus);
- Biológiai lebomló 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

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

---

## HOGY KÉSZÜL A LEBOMLÓ ÁRAMKÖRI HORDOZÓ?

### KIINDULÁSI PONT:

### Fröccsöntés + NYÁK technológia

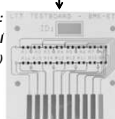


Arbourg Allrounder fröccsöntő; MP20VK laminátor a rézréteg felvitelére.



- Fotolitográfia  
- Galvanizálás + maratás

Vég szerelés:  
SMT-vel  
(röntgenes ell.)



Többrétegű és speciális NyHL-ek

24/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

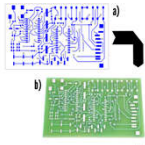
---

Többrétegű és speciális NyHL-ek



# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

## PÉLDA KÉSZ ÁRAMKÖRÖKRE



### MP3 lejátszó (ETT diplomaterv):

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

FR4 hordozó

CA hordozó

GPTE-DETDA

bioepoxi hordozó

### Megoldatlan kérdések:

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



Többrétegű és speciális NyHL-ek

25/31

## 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 kontrollálni és ellenőrizni.
- Nagyszámú alapanyag és sok technológiai segédanyag anyag felhasználásával készül.
- Geometria 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 furatfémezés sérül, az az áramkör meghibásodásához vezet.

Nagyszámú NYHL-hez köthető meghibásodási típus fordul elő.



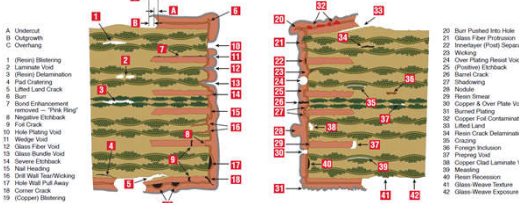
Többrétegű és speciális NyHL-ek

26/31

## A NYHL-EK KERESZTMETSZETÉBEN VIZSGÁLHATÓ HIBAJELENSÉGEK

Nyomtatott 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



Többrétegű és speciális NyHL-ek

27/31

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

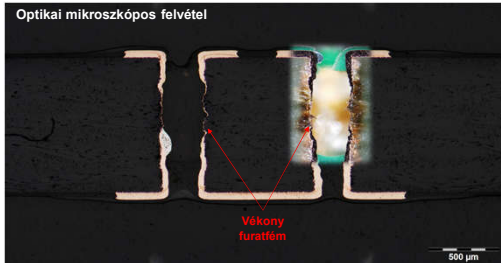
## TÖBBRÉTEGŰ NYHL HIBATÍPUSOK:

### PÉLDA #1

#### Elvékonyodott furatfémezés

- A vonatkozó szabvány ajánlásai alapján a minimális furatfémezés vastagság 18  $\mu\text{m}$

Optikai mikroszkópos felvétel



Többrétegű és speciális NyHL-ek

28/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

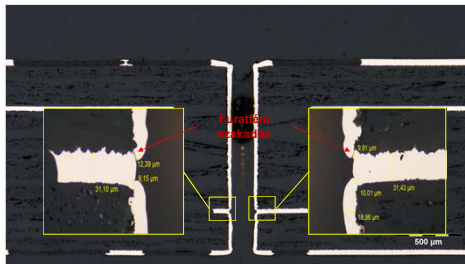
---

## TÖBBRÉTEGŰ NYHL HIBATÍPUSOK:

### PÉLDA #2

#### Furatfém szakadás belső rétegeknél:

- Gyakori hibajelenség, ha a furatfém nem megfelelő vastagságú



Többrétegű és speciális NyHL-ek

29/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

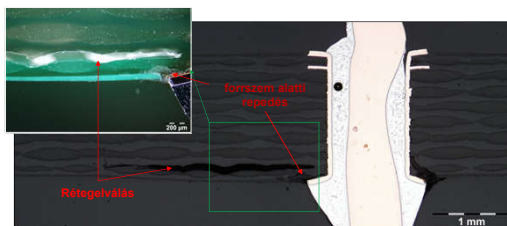
---

## TÖBBRÉTEGŰ NYHL HIBATÍPUSOK:

### PÉLDA #3

#### Rétegelválás és forrszem alatti repedés

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



Többrétegű és speciális NyHL-ek

30/31

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

---

Többrétegű és speciális NyHL-ek

# A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK TECHNOLOGIÁJA ÉS TERVEZÉSE

## TARTALOMJEGYZÉK

- Nyomtatott huzalozású lemezek gyártástechnológiája
  - Additív technológia
  - Féladditív technológia
- Többrétegű, együttlaminált nyomtatott huzalozású lemezek technológiája
- Mikroviák készítési technológiája
- Szekvenciális technológiával készített nyomtatott huzalozású lemezek
- Speciális nyomtatott huzalozású lemezek
  - Fémhordozós NyHL-ek
  - Fémbetétes NyHL-ek
  - A zöld elektronika hordozói
- Hibatípusok többrétegű NYHL-eken



Többrétegű és speciális NyHL-ek

31/31

WE CONNECT CIRCUITS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

---