

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



4 RÉTEGTECHNOLÓGIÁK

4-01 VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA ÉS ANYAGISMERET

VIETAB00

A háttérszín jelentése: IMSc anyag

 BMEETT  
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS  
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

1

---

---

---

---

---

---

---

---

**ALAPFOGALMAK I – SZIGETELŐ ALAPÚ INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK**

A szigetelő alapú integrált áramköri hordozókon az elemek összekötésére szolgáló **vezetékmintázat**ot, az **ellenállások** jelentős részét és egyes további passzív elemeket a **szigetelő lemez felületén integrált formában rétegtechnológiával** állítjuk elő.

Az alkalmazott **technológia alapján** kétféle hordozót különböztetünk meg: **vastagréteg** és **vékonyréteg IC**.

Ha további alkatrészeket (ún. hibrid elemeket) is beültetünk a szigetelő alapú integrált áramkörbe, akkor az áramkört **hibrid IC**-nek nevezzük.

 BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

2/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

2

---

---

---

---

---

---

---

---

**ALAPFOGALMAK II - VASTAGRÉTEG**

**Vastagréteg:** 5-70  $\mu\text{m}$  vastagságú réteg, amelyet szitanyomtatással és hőkezeléssel paszta állagú anyagból hoznak létre általában kerámiára (ritkábban üvegre, szilíciumra, passzívált fémfelületre), vagy műanyag hordozóra.



 BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

3/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

3

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## ALAPANYAGOK I

- **Vastagréteg paszták:** koloid szuszpenzió típusú anyagok a következő összetevőkkel
  - funkcionális fázis (amely a vastagréteg alaptulajdonságait szabja meg: vezető, ellenállás v. szigetelő réteg),
  - szervetlen és/vagy szerves kötőanyagok,
  - oldószerek.
- A rétegben visszamaradó kötőanyag típusa szerint megkülönböztetünk:
  - szervetlen (üveg/üveg-kerámia, ill. reaktív kötőanyagú) vastagréteg pasztákat,
  - szerves (polimer) vastagréteg pasztákat.



BMEETT

Polimer és töbrétegű vastagrétegek

4/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

4

---

---

---

---

---

---

---

---

## SZERVETLEN VASTAGRÉTEG PASZTÁK

Alapanyagok (paszták) összetétele:

- Funkcionális fázis:
  - Vezetőréteghez Ag-Pd, Au, Cu, (W )
  - Ellenállásréteghez: ruténium ( $\text{RuO}_2$ ), irídium, valamint rénium oxidja
- Kötőanyag:
  - Alacsony olvadáspontú üveg ( $\text{SiO}_2$ ) (olvadáspont csökkentése B, Ba, régebben Pb oxidokkal)
- Oldószer

BMEETT

Polimer és töbrétegű vastagrétegek

5/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

5

---

---

---

---

---

---

---

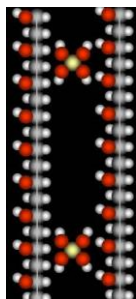
---

## POLIMER VASTAGRÉTEG PASZTÁK

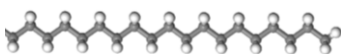
Alapanyagok (paszták) összetétele:

- Funkcionális fázis:
  - Vezetőnél Ag v. Cu
  - Kontaktus ill. ellenálláspasztánál C
- Polimer kötőanyag:
  - Hőre lágyuló (termoplasztik): lineáris láncok
  - Hőre keményedő (termoset): térhálósodó
  - UV-re keményedő
- Oldószer

Térhálós polimer lánc



Lineáris polimer lánc



BMEETT

Polimer és töbrétegű vastagrétegek

6/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

6

---

---

---

---

---

---

---

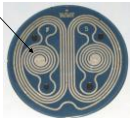
---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## ALAPANYAGOK II

- **Vastagréteg hordozók:** vastagréteg áramköröket előre elkészített hordozókon hozzuk létre:
- kerámiák (szervetlen és polimer rétegekhez),
  - alumínium-oxid (alumina) ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
  - berilium-oxid ( $\text{BeO}$ )
  - alumínium-nitrid ( $\text{AlN}$ )
- passzívált fémhordozók, zománczott acél (szervetlen és polimer rétegekhez),
- műanyagok (csak polimer rétegekhez):
  - epoxi alapú flexibilis vagy merev (pl. üvegszál erősítésű FR4) hordozók
  - poliimid fólia
  - poliészter fólia



BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

7/52

7

---

---

---

---

---

---

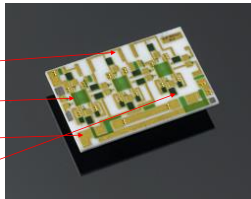
---

---

## INTEGRÁLT ALKATRÉSZEK

- **Vastagréteg integrált alkatrészek:** a vastagréteg áramkörökben megvalósítható elemek és passzív alkatrészek a következők:

- huzalozási pályák,
- huzalkereszteződések és szigetelő rétegek,
- kontaktus felületek,
- kondenzátorok,
- induktivitások,
- ellenállások (állandó értékű, hőmérsékletfüggő NTC és PTC, feszültségfüggő típusok),



BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

8/52

8

---

---

---

---

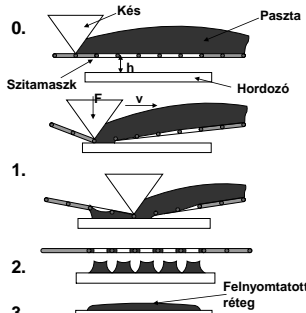
---

---

---

---

## A VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI I: SZITANYOMTATÁS



### A szitanyomtatás lépései:

0. a paszta felkenése a szitára, a hordozó elhelyezése és pozicionálása
1. a nyomtatókés végig görgeti a pasztát a szitán
2. a szita felemelkedése a hordozóról.
3. Pihentetés szobahőmérsékleten, a paszta terülése

BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

9/52

9

---

---

---

---

---

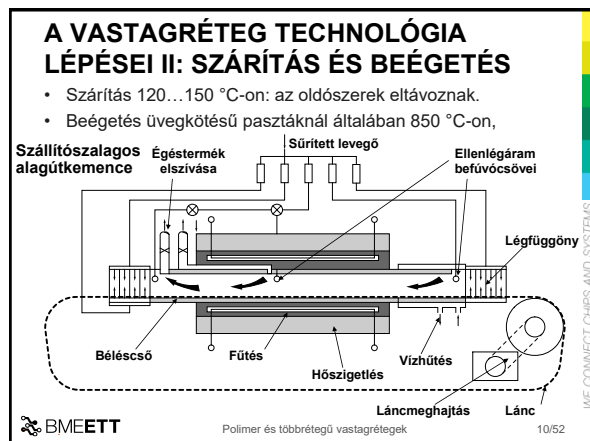
---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



10

---

---

---

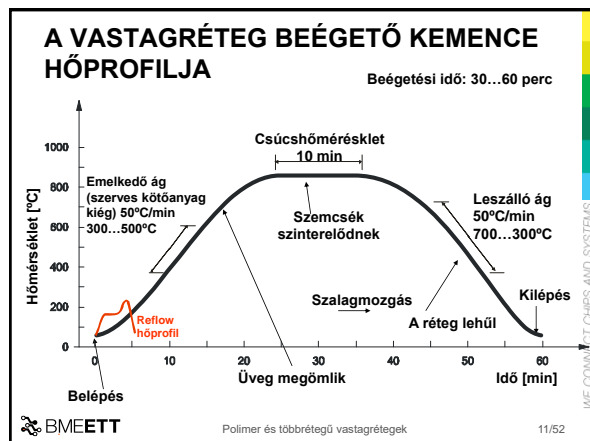
---

---

---

---

---



11

---

---

---

---

---

---

---

---

## POLIMER VASTAGRÉTEGEK TECHNOLÓGIÁJA

### Rétegfelvitel:

Szítanyomtatás (szalagnyomtatás)  
Pihentetés  
Kikeményítés

- Poliészteren termoplasztik: 120°C/15perc
- Poliimiden termoszet: 120°C/15perc + 180-350°C/100-180perc
- UV-rendszer:  
UV megvilágítás + 120-150°C/15-60perc

BMEETT Polimer és többrétegű vastagrétegek 12/52

12

---

---

---

---

---

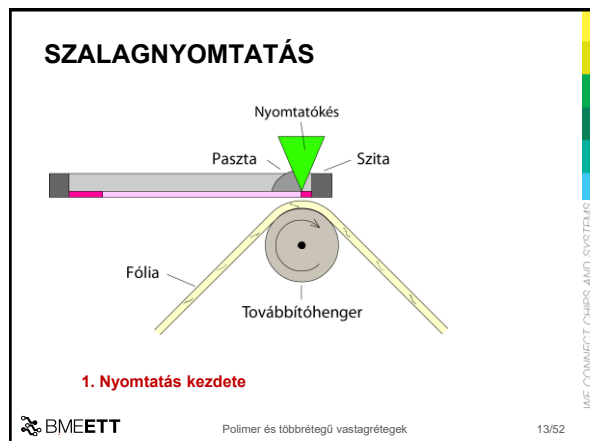
---

---

---

## Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



13

---

---

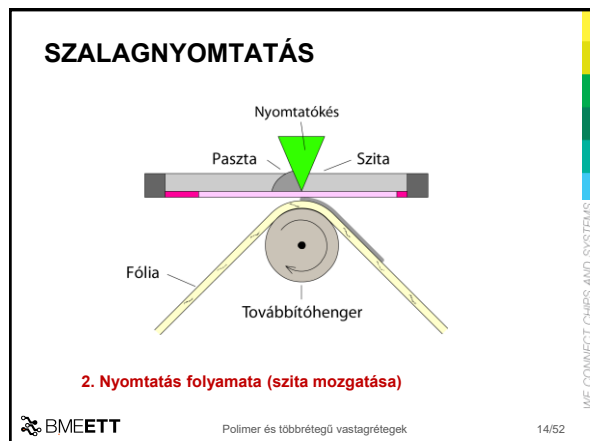
---

---

---

---

---



14

---

---

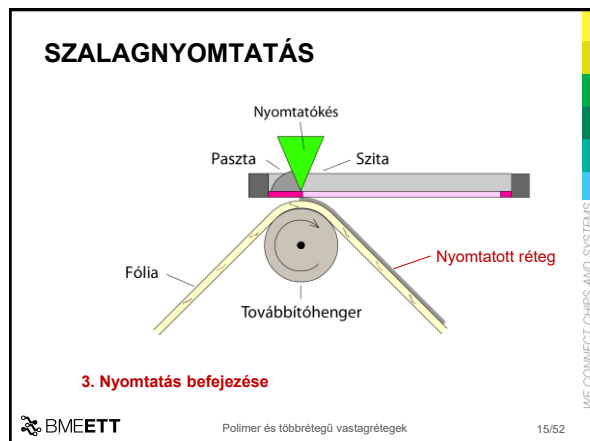
---

---

---

---

---



15

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

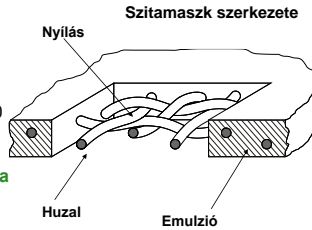
## A SZITAMASZK

**Mesh szám:** az 1"-ra, azaz 25,4 mm-es hosszúságra eső nyílások száma.

Vastagréteg IC-knél használatos szitamaszkok mesh száma: 80...350.  
• vezetégréteg: 200...325  
• ellenállsréteg: 160...250  
• forraszpasztá: 80...90

**A Mesh szám befolyásolja a felnyomtatott rétegvastagságot!**

Minden réteghez más szitamaszk (szitanyomó maszk) szükséges.



BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

16/52

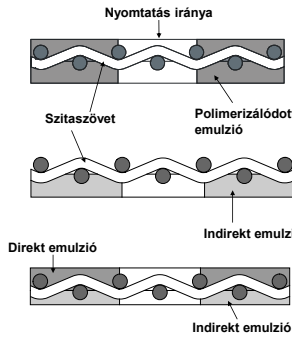
16

## SZITAMASZKOK TÍPUSAI I: EMULZIÓS

**Direkt emulziós maszk:** fényérzékeny emulziós réteg kialakítása és fotolitográfias megmunkálása közvetlenül a szítán. (Tartós, de vastagsága inhomogén.)

**Indirekt emulziós maszk:** szilárd fényérzékeny fólia fotolitográfias megmunkálása, majd ráhengerlése a szítára. (Homogén vastagság, sérülékeny.)

**Kombinált emulziós maszk:** az előző kettő kombinációja. (Előzők előnyeivel drága.)



BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

17/52

17

## SZITA- VS. STENCILNYOMTATÁS

**Amiben a két technológia megegyezik:**

Mind a kettővel valamilyen pasztaállagú anyagot viszünk fel egy felületre, maszkon keresztül.

**A két technológia különbözik:**

1. A stencil egy összefüggő fém lemez, amelyen apertúrákat nyitunk, míg a szita egy fém (műanyag) szálakból szőtt szövet, amelyet a megfelelő helyeken maszkolunk.
2. A stencil apertúrák teljesen nyitottak, a szita apertúrák NEM.
3. A stencil felfekszik a hordozóra, a szita NEM.
4. A stencilnek fő felhasználási területe a forraszpasztá nyomtatás, míg a szítaké a vastagréteg paszta nyomtatás.
5. Az (emulziós) szíták a maszk eltávolítása után újra hasznosíthatók, a stencilnek NEM vágathatók újra.

BMEETT

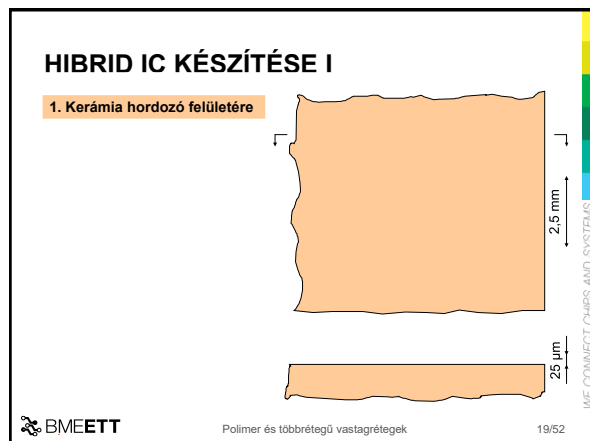
Polimer és többrétegű vastagrétegek

18/52

18

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



19

---

---

---

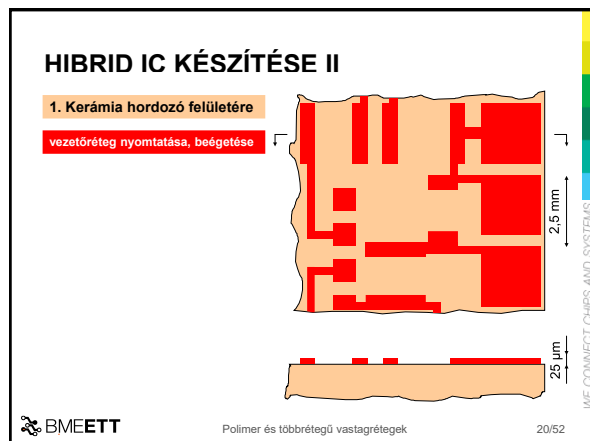
---

---

---

---

---



20

---

---

---

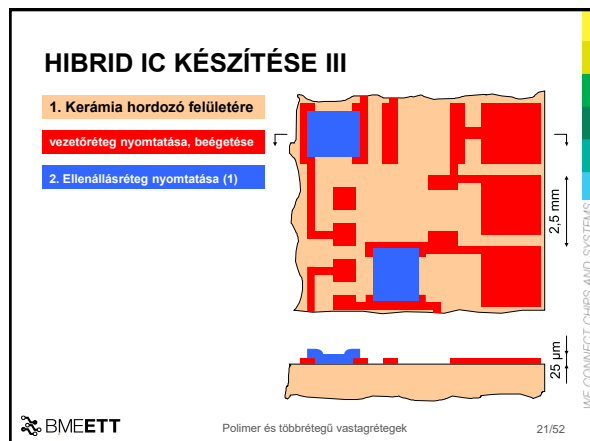
---

---

---

---

---



21

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE IV

- 1. Kerámia hordozó felületére
- vezetőréteg nyomtatása, beégetése
- 2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)
- Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.

2,5 mm

25 µm

BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

22/52

22

---

---

---

---

---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE V

- 1. Kerámia hordozó felületére
- Vezetőréteg nyomtatása, beégetése
- 2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)
- Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.
- 3. Forrasztásgátló üvegréteg

2,5 mm

25 µm

BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

23/52

23

---

---

---

---

---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE VI

- 1. Kerámia hordozó felületére
- vezetőréteg nyomtatása, beégetése
- 2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)
- Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.
- 3. Forrasztásgátló üvegréteg
- 4. Ellenállás értékbeállítás lézerrel

2,5 mm

25 µm

BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

24/52

24

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia



# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

### HIBRID IC KÉSZÍTÉSE VII

1. Kerámia hordozó felületére

vezetőrég nyomtatása, beégetése

2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)

Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.

3. Forrasztásgátló üvegréteg

4. Ellenállás értékbeállítás lézerrel

5. Forraszpasztá nyomtatása

2,5 mm

25 µm

BMEETT

Polimer és többretegű vastagrétegek

25/52

25

---

---

---

---

---

---

---

---

### HIBRID IC KÉSZÍTÉSE VIII

1. Kerámia hordozó felületére

vezetőrég nyomtatása, beégetése

2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)

Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.

3. Forrasztásgátló üvegréteg

4. Ellenállás értékbeállítás lézerrel

5. Forraszpasztá nyomtatása

6. Alkatrészek beültetése

2,5 mm

25 µm

BMEETT

Polimer és többretegű vastagrétegek

26/52

26

---

---

---

---

---

---

---

---

### HIBRID IC KÉSZÍTÉSE IX

1. Kerámia hordozó felületére

vezetőrég nyomtatása, beégetése

2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)

Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.

3. Forrasztásgátló üvegréteg

4. Ellenállás értékbeállítás lézerrel

5. Forraszpasztá nyomtatása

6. Alkatrészek beültetése

7. Újraömlesztéses forrasztás

2,5 mm

25 µm

BMEETT

Polimer és többretegű vastagrétegek

27/52

27

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

**HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)**

Arany chip kontaktus felületek nyomtatása és beégetése

Huzalozási pálya (pl. AgPd) nyomtatása és beégetése

Polimer és többrétegű vastagrétegek

28/52

BMEETT

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

28

---

---

---

---

---

---

---

---

**HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)**

Ellenállások nyomtatása több lépésben és együttes beégetése

Szigetelő üvegréteg nyomtatása és beégetése

Utána ellenállások értékbeállítás

Polimer és többrétegű vastagrétegek

29/52

BMEETT

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

29

---

---

---

---

---

---

---

---

**HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)**

Arany kontaktus felületet védő fólia

Hordozó előkészítése a darabolásra

Diszkrét alkatrészek beültetése és forrasztása

IC chip ragasztása

Kivezetések kötése

Polimer és többrétegű vastagrétegek

30/52

BMEETT

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

30

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)



Hibrid IC ragasztása az alkatrész ház hátoldalához és huzalkötések elkészítése (berillium-oxid kerámia, darlington tranzistorral)



Az alkatrész ház oldalfala további alkatrészekkel



Az oldalfal felhelyezése, kiöntés és a tető felhelyezése

BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

31/52

31

## RÉTEGELLENÁLLÁSOK ALAKJAI ÉS ÉRTÉKBEÁLLÍTÁSA

Téglalap forma



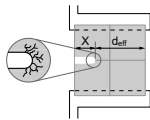
Cylinder forma (top hat)



Értékbeállításkor lézerrel szigetelő vágatot munkálunk a rétegbe. Ezzel a módszerrel az ellenállás értéke csak növelhető.

$$R = (\rho \cdot l) / (v \cdot d) = (\rho / v) \cdot (l / d) = R_{sq} \cdot (l / d)$$

ahol  $\rho$  a réteg fajlagos ellenállása;  $v$  a rétegvastagsága;  $l$  az ellenálláscsík hosszúsága;  $d$  az ellenálláscsík szélessége;  $R_{sq}$  a négyzetes ellenállás.



BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

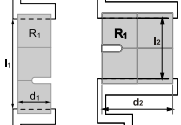
32/52

32

## VÁGATFORMÁK

Vastagréteg ellenálláselemek értékbeállítási vágatformái:

Egyenes vágatok



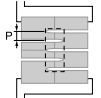
Kettős vágat



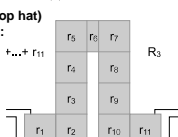
L vágat



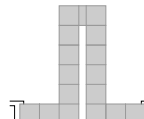
Meanderezés



Cylinder (top hat) számítása:



Nagy l/d-jű cylinder alakú ellenállás



BMEETT

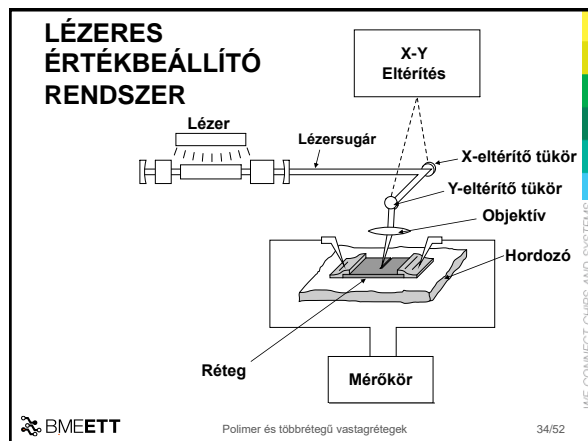
Polimer és többrétegű vastagrétegek

33/52

33

Kerámia alapú vastagréteg technológia

## VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



34

---

---

---

---

---

---

---

---

### A KERÁMIA VASTAGRÉTEGEK FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

1. Jó hővezetés: nagyáramú és teljesítmény elektronika
2. Jó hőállóság: magas hőmérsékletű alkalmazások
3. Kicsi dielektromos állandó: nagyfrekvenciás alkalmazások
4. Ellenállás érték állíthatóság: speciális alk., pl. aktív szűrők

Polimer és többrétegű vastagrétegek 35/52

35

---

---

---

---

---

---

---

---

### POLIMER VASTAGRÉTEG ALKALMAZÁSOK

Olcsó, szórakoztató elektronika passzív hálózatai merev NYHL-en

Autóelektronika: tükrőfűtő, ülésfűtő fóliák

Hajlékony összeköttetés-hálózatok mozgó elemekhez, és 3D-s áramkörök

Polimer és többrétegű vastagrétegek 36/52

36

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## POLIMER VASTAGRÉTEG ALKALMAZÁSOK

Klaviatúrák, kapcsolóhálózatok

Polimer és többrétegű vastagrétegek

37/52

37

---

---

---

---

---

---

---

---

## VASTAGRÉTEGEK JELLEMZŐI

Paraméter	Kerámia alapú vastagréteg	Polimer vastagréteg
TK, ppm/°C	±50... ±100	±200... ±500
Szórás, R, %	±20... ±30	±70... ±100
Stabilitás (1000h)	<0,5%(150°C)	<3...5%(80°C)
Vonalfelbontás	0,2...0,1mm	0,5...0,3mm
Előáll. költség	Drága, közepes	Nagyon olcsó

Polimer és többrétegű vastagrétegek

38/52

38

---

---

---

---

---

---

---

---

## A TÖBBRÉTEGŰ KERÁMIÁK TÍPUSAI

- MLC (MultiLayer Ceramic):
  - anyaga kerámia, főként  $Al_2O_3$
  - technológiája a kerámia tokoktól származik
  - hőkezelése magas, kerámia szinterelési hőmérsékleten >1500 C°-on
  - integrált alkatrészek nem készíthetők
  - más néven: HTCC (High Temperature Cofired Ceramic)
- MLGC (MultiLayer Glass Ceramic):
  - anyaga üveg-kerámia
  - technológiája vastagréteg kompatibilis
  - hőkezelése alacsony, vastagréteg beégetési hőmérsékleten
  - integrált és eltemetett R, L, C elemek készíthetők
  - más néven: LTCC (Low Temperature Cofired Ceramic)

Polimer és többrétegű vastagrétegek

39/52

39

---

---

---

---

---

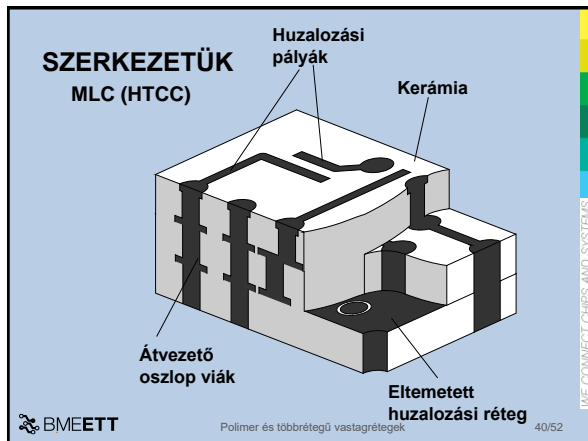
---

---

---

## Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



40

---

---

---

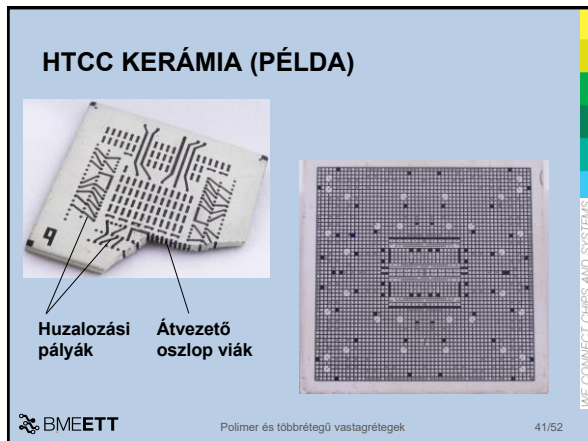
---

---

---

---

---



41

---

---

---

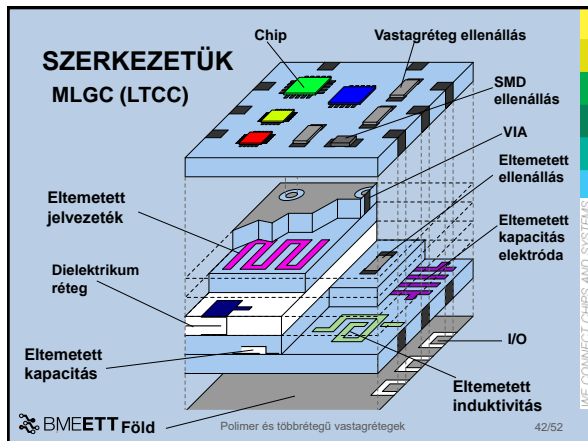
---

---

---

---

---



42

---

---

---

---

---

---

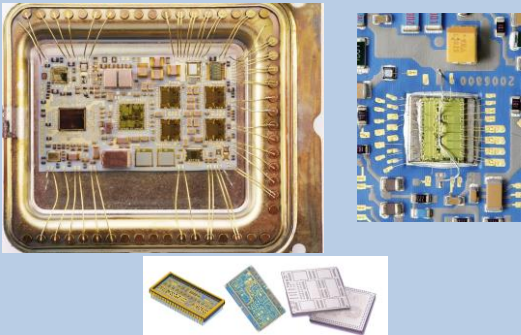
---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## LTCC KERÁMIA (PÉLDA)



Polimer és többrétegű vastagrétegek

43/52

MECONTECH SYSTEMS

43

---

---

---

---

---

---

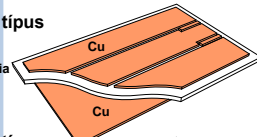
---

---

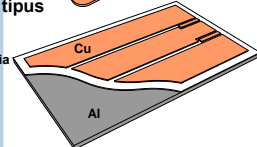
## SPECIÁLIS KERÁMIA HORDOZÓK

### DBC (Direct Bonded Copper)

1. típus



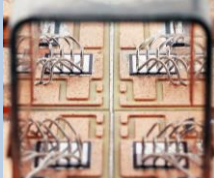
2. típus



A kerámiára laminált réz, magas hőmérsékletű hőkezeléssel rögzítve, foto-litográfiával mintázva.

Nagyáramú alkalmazásoknál előnyös, nagy áramterhelhetősége és jó hővezetése miatt

**Ez nem vastagréteg áramkör!**



Polimer és többrétegű vastagrétegek

44/52

MECONTECH SYSTEMS

44

---

---

---

---

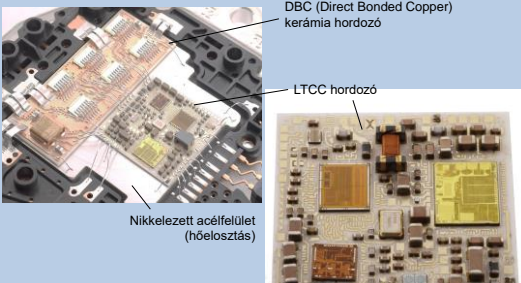
---

---

---

---

## KOMPLEX SZERELÉS (PÉLDA)



DBC (Direct Bonded Copper) kerámia hordozó

LTCC hordozó

Nikkelezett acélfelület (hőelosztás)

Polimer és többrétegű vastagrétegek

45/52

MECONTECH SYSTEMS

45

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## MULTICHIP MODULOK

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

- legalább két integrált áramkört tartalmaz,
- nagy vezetéksűrűségű (HDI = High Density Interconnect) hordozó,
- hatékony hűtési módszer.

A **MCM-okat** a - rendszerint többrétegű - **hordozó szigetelő rétegének készítéséhez alkalmazott technológia alapján 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



Polimer és többrétegű vastagrétegek

46/52

46

---

---

---

---

---

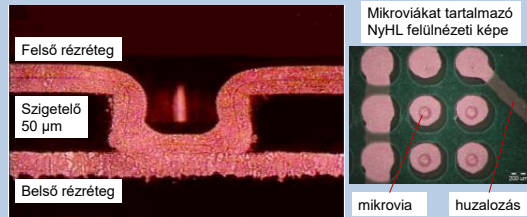
---

---

---

## MCM-L: LAMINÁLT + MIKROVIÁS NYHL

A laminált többrétegű nyomtatott huzalozású lemez felületén további szekvenciálisan (az egyes szigetelő, illetve vezető rétegek egymást követő felvitelével) kialakított rétegeibe 10...100 µm átmérőjű, vezetőrétegek szintjei között átvezető, ún. mikroviákat alakítanak ki.



Polimer és többrétegű vastagrétegek

47/52

47

---

---

---

---

---

---

---

---

## MCM-D: VÉKONYRÉTEG TECHNOLÓGIÁVAL KÉSZÜLŐ MCM

Az MCM-D multichip modul típusnál a többrétegű huzalozási pályák között a dielektrikumréteg polimer, vagy a félvezető technikában alkalmazott  $\text{SiO}_2$ , vagy más szigetelő réteg. A vezetőpályákat a vékonyréteg áramköröknél megismert vákuumtechnikai eljárásokkal készítik. A vezetékmintázatot fotolitográfiai eljárással állítják elő.

A „bázis” hordozó anyagválasztéka:

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

A dielektrikumréteg anyagválasztéka:

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



Polimer és többrétegű vastagrétegek

48/52

48

---

---

---

---

---

---

---

---

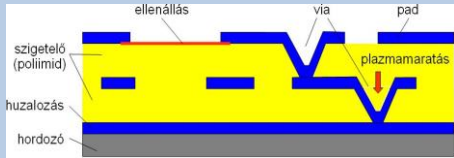
Kerámia alapú vastagréteg technológia



# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## SZEKVENCIÁLISAN FELÉPÍTETT MCM-D

- A bázis hordozó felületén **vékonyréteg technológiával huzalozásréteget** alakítanak ki. **Erre szigetelőréteget** visznek fel, folyékony anyagból kiindulva, pl. centrifugálással. A **szigetelőrétegbe mikroviákat nyitnak**. A teljes felületet újra fémréteggel vonják be. A felső fémezésen foto-litográfiával és maratással alakítják ki a huzalozási pályák rajzolatát. Ezt ismételve 3...10 vezetőrétetet tartalmazó többrétegű huzalozás hálózatok alakíthatók ki.



BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

49/52

49

---

---

---

---

---

---

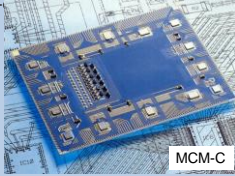
---

---

## MCM-C: TÖBBRÉTEGŰ KERÁMIA HORDOZÓJÚ MODULOK

Az MCM-C multichip modulok típusai:

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



BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

50/52

50

---

---

---

---

---

---

---

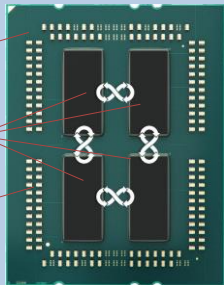
---

## MODERN MCM TECHNOLÓGIÁK

Laminált interposer (nagy sűrűségű NYHL)

4 CPU IC

Bypass szűrő-kondenzátorok



AMD Ryzen CPU kialakítás példa:

Több szilíciumlapka egy interposeren. (MCM-L)

- Előnyök:
- Gyártási flexibilitás;
  - Termikus disztribúció;
  - Skálázhatóság;
  - Több chip: nagyobb párhuzamos teljesítmény

(Forrás: AMD)

BMEETT

Polimer és többrétegű vastagrétegek

51/52

51

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## TARTALOMJEGYZÉK

- Alapfogalmak
- Vastagréteg alapanyagok
  - paszták
  - hordozók
- Rétegfelvitel: szitanyomtatás, hőkezelés
- Szitamaszkok
- Technológiai szekvenciák
- Ellenállások értékbeállítása
- Alkalmazások
- Többrétegű kerámiák
- Multichip modulok



Polimer és többrétegű vastagrétegek

52/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

---

---

---

---

---

---

---

---