

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



4\_01 Kerámia- és polimer alapú vastagréteg technológia

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA  
VIETAB01

 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 **vezetékmintázatot**, 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.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

 BMEETT

Vastagréteg technológia

2/52

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 fém-felületre), vagy műanyag hordozóra.



 BMEETT

Vastagréteg technológia

3/52

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,
  - oldószer.
- A rétegben visszamaradó kötőanyag típusa szerint megkülönböztetünk:
  - szervetlen (üveg/üveg-kerámia, ill. reaktív kötőanyagú) vastagréteg pasztákat,
  - szerves (polimer) vastagréteg pasztákat.



4

---

---

---

---

---

---

---

---

## SZERVETLEN VASTAGRÉTEG PASZTÁK

### Alapanyagok (paszták) összetétele:

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

5

---

---

---

---

---

---

---

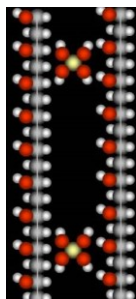
---

## POLIMER VASTAGRÉTEG PASZTÁK

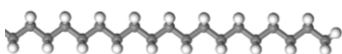
### Alapanyagok (paszták) összetétele:

- 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



6

---

---

---

---

---

---

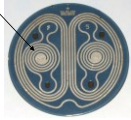
---

---

# 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, zománcozott acél (szervetlen és polimer rétegekhez),
- műanyagok (csak polimer rétegekhez):
  - epoxi alapú flexibilis vagy merev (pl. üvegszál erősítésű FR4) hordozók
  - poliimid fólia
  - poliészter fólia



BMEETT

Vastagréteg technológia

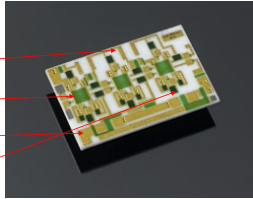
7/52

7

## INTEGRÁLT ALKATRÉSZEK

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

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



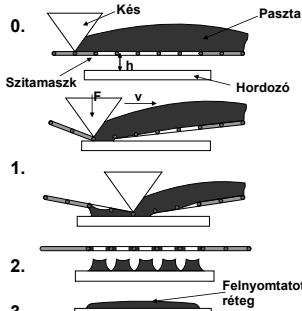
BMEETT

Vastagréteg technológia

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

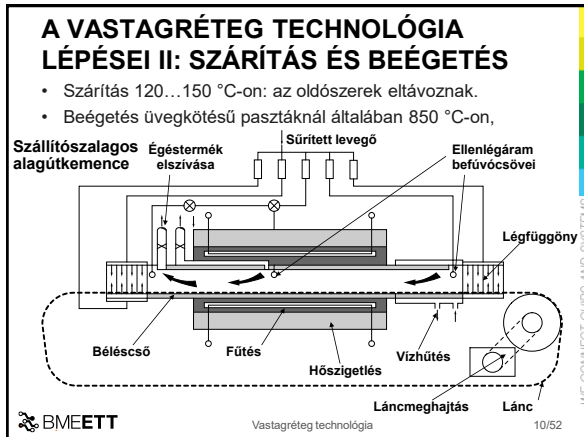
Vastagréteg technológia

9/52

9

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



10

---

---

---

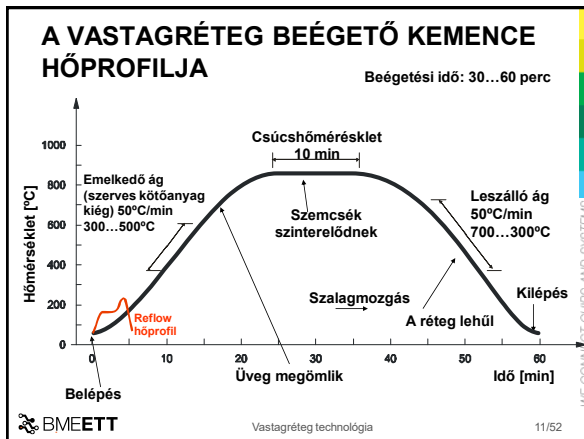
---

---

---

---

---



11

---

---

---

---

---

---

---

---

## POLIMER VASTAGRÉTEGEK TECHNOLÓGIÁJA

**Rétegfelvitel:**  
 Szitanyomtatás (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 Vastagréteg technológia 12/52

12

---

---

---

---

---

---

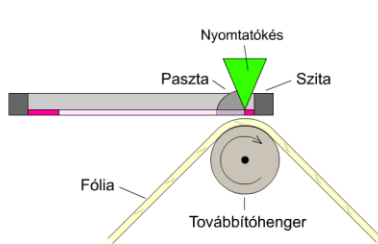
---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## SZALAGNYOMTATÁS



BMEETT

Vastagréteg technológia

13/52

13

---

---

---

---

---

---

---

---

## A SZITAMASZK

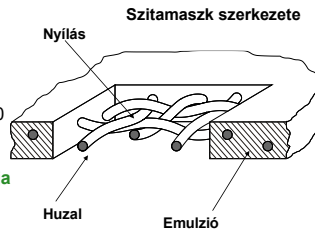
**Mesh szám:** az 1"-ra, azaz 25,4 mm-es hosszúságra eső nyílások száma.

Vastagréteg IC-knél használatos szitamaszkok mesh száma: 80...350.

- vezetégréteg: 200...325
- ellenállásréteg: 160...250
- forraszpaszta: 80...90

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

Minden réteghez más szitamaszk (szitanyomó maszk) szükséges.



BMEETT

Vastagréteg technológia

14/52

14

---

---

---

---

---

---

---

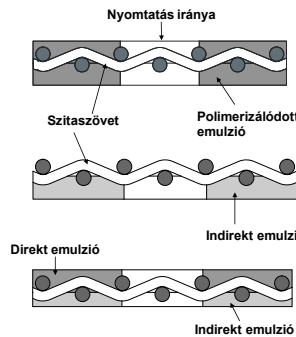
---

## SZITAMASZKOK TÍPUSAI I: EMULZIÓS

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

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

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



BMEETT

Vastagréteg technológia

15/52

15

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## 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 stencil fő felhasználási területe a forraszpaszta nyomtatás, míg a szitáké a vastagréteg paszta nyomtatás.
5. Az (emulziós) sziták a maszk eltávolítása után újra használhatók, a stencilék NEM.



Vastagréteg technológia

16/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

16

---

---

---

---

---

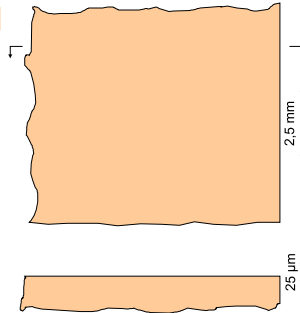
---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE I

### 1. Kerámia hordozó felületére



Vastagréteg technológia

17/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

17

---

---

---

---

---

---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE II

### 1. Kerámia hordozó felületére

### vezetőréteg nyomtatása, beégetése



Vastagréteg technológia

18/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

18

---

---

---

---

---

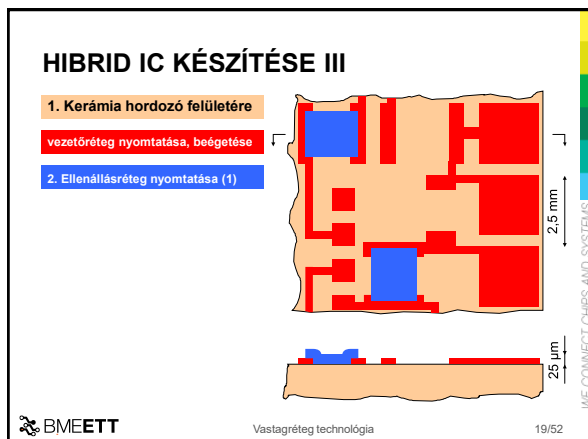
---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



19

---

---

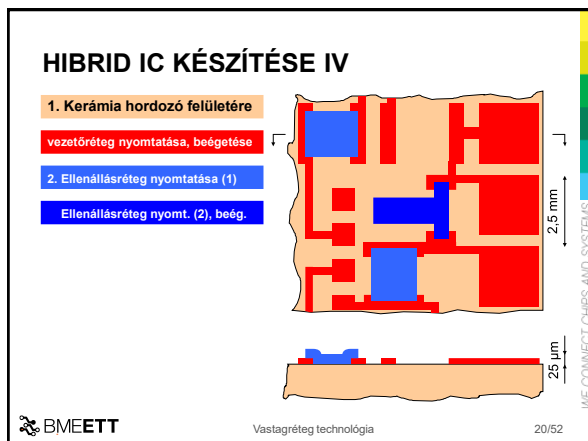
---

---

---

---

---



20

---

---

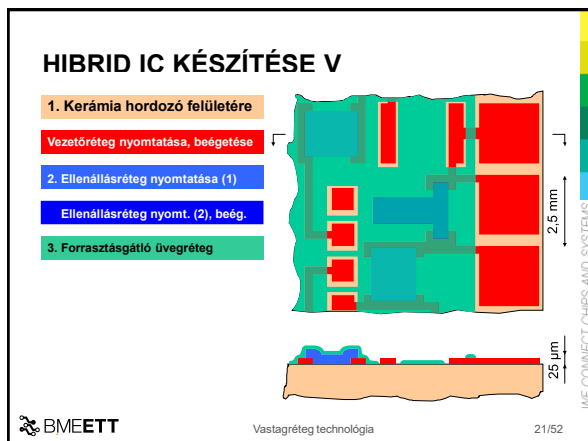
---

---

---

---

---



21

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## 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 Vastagréteg technológia 22/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

22

---

---

---

---

---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE VII

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

2.5 mm

25 µm

BMEETT Vastagréteg technológia 23/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

23

---

---

---

---

---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE VIII

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

2.5 mm

25 µm

BMEETT Vastagréteg technológia 24/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

24

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia



# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE IX

1. Kerámia hordozó felületére vezetőréteg nyomtatása, beégetése
2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)
- Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.
3. Forrasztásgátló üvegréteg
4. Ellenállás értékbeállítás lézerrel
5. Forraszpaszta nyomtatása
6. Alkatrészek beültetése
7. Újraömlesztéses forrasztás

2,5 mm

25 µm

BMEETT Vastagréteg technológia 25/52

25

---

---

---

---

---

---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)

Arany chip kontaktus felületek nyomtatása és beégetése

Huzalozási pálya (pl. AgPd) nyomtatása és beégetése

BMEETT Vastagréteg technológia 26/52

26

---

---

---

---

---

---

---

---

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)

Ellenállások nyomtatása több lépésben és együttes beégetése

Szigetelő üvegréteg nyomtatása és beégetése

Utána ellenállások értékbeállítása

BMEETT Vastagréteg technológia 27/52

27

---

---

---

---

---

---

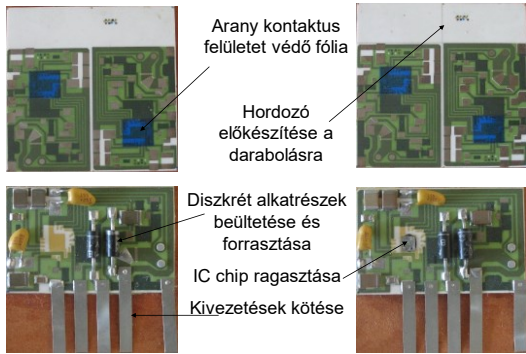
---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)



BMEETT

Vastagréteg technológia

28/52

28

## HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)



BMEETT

Vastagréteg technológia

29/52

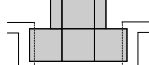
29

## RÉTEGELLENÁLLÁSOK ALAKJAI ÉS ÉRTÉKBEÁLLÍTÁSA

Téglalap forma



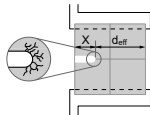
Cilinder forma (top hat)



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

Vastagréteg technológia

30/52

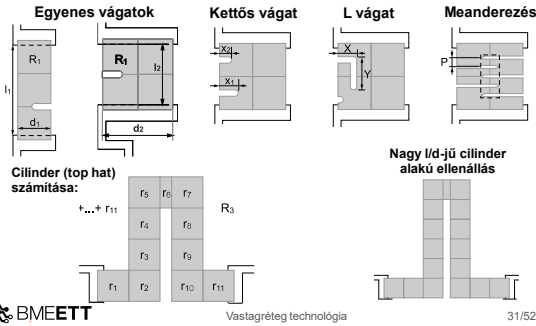
30

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

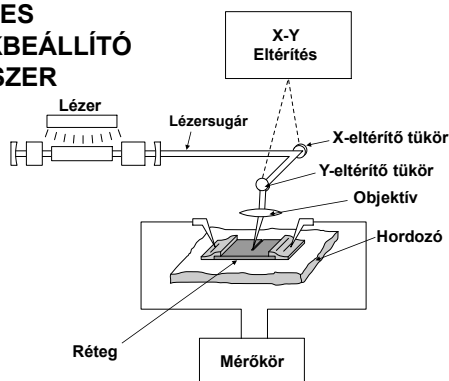
## VÁGATFORMÁK

Vastagréteg ellenálláselemek értékbeállítási vágatformái:



31

## LÉZERES ÉRTÉKBEÁLLÍTÓ RENDSZER

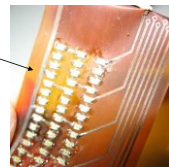
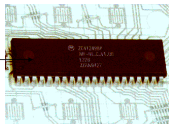
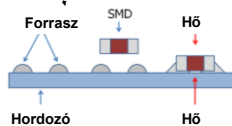


32

## FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK HAJLÉKONY HORDOZÓKON

Alaktrészek rögzítési lehetőségei:

- Mechanikai rögzítés (ritkán használt)
- Vezető ragasztók:
  - izotróp (leggyakrabban alkalmazott)
  - anizotróp (főleg chipok rögzítésére)
- Forrasztás (csak poliimid fóliára)



BMEETT

Vastagréteg technológia

33/52

33

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## MECHANIKAI RÖGZÍTÉS HAJLÉKONY FÓLIÁN

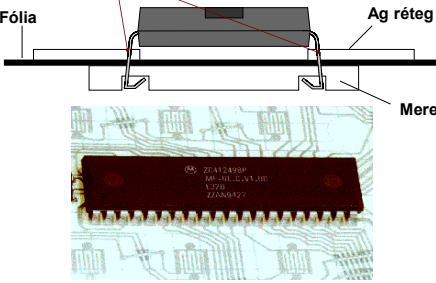
Villamos kontaktus az IC láb kiszélesedésénél

DIL IC tok

Fólia

Ag réteg

Merevítő



BMEETT

Vastagréteg technológia

34/52

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



BMEETT

Vastagréteg technológia

35/52

35

---

---

---

---

---

---

---

## POLIMER VASTAGRÉTEG ALKALMAZÁSOK

Olcso, szórakoztató elektronika passzív hálózatai merev NYHL-en



Autóelektronika: tükörfűtő, ülésfűtő fóliák

BMEETT

Vastagréteg technológia

36/52

36

---

---

---

---

---

---

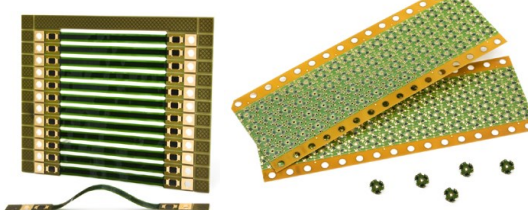
---

Kerámia alapú vastagréteg technológia


# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## POLIMER VASTAGRÉTEG ALKALMAZÁSOK

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



DC motor interfész

 Vastagréteg technológia 37/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

37

---

---

---

---

---

---

---

---

## POLIMER VASTAGRÉTEG ALKALMAZÁSOK

Klaviatúrák, azok kiegészítő elemeivel



 Vastagréteg technológia 38/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

38

---

---

---

---

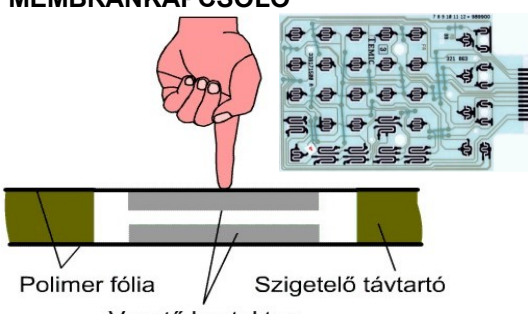
---

---

---

---


## KLAVIATÚRA TÍPUSOK: TÖBBRÉTEGŰ MEMBRÁNKAPCSOLÓ



Polimer fólia

Szigetelő távtartó

Vezető kontaktus

 Vastagréteg technológia 39/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

39

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

### KLAVIATÚRA TÍPUSOK: DOMBORÍTOTT MEMBRÁNKAPCSOLÓ

40/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

40

---

---

---

---

---

---

---

---

### ÉRINTKEZŐ-NYELVES DOMBORÍTOTT MEMBRÁNKAPCSOLÓ

41/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

41

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

42/52

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

42

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

## A TÖBBRÉTEGŰ KERÁMIÁK TÍPUSAI

1. MLC (MultiLayer Ceramic):
  - anyaga kerámia, főként  $\text{Al}_2\text{O}_3$
  - technológiája a kerámia tokoktól származik
  - hőkezelése magas, kerámia szinterelési hőmérsékleten  $>1500\text{ }^\circ\text{C}$ -on
  - integrált alkatrészek nem készíthetők
  - más néven: HTCC (High Temperature Cofired Ceramic)
2. 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)

43

---

---

---

---

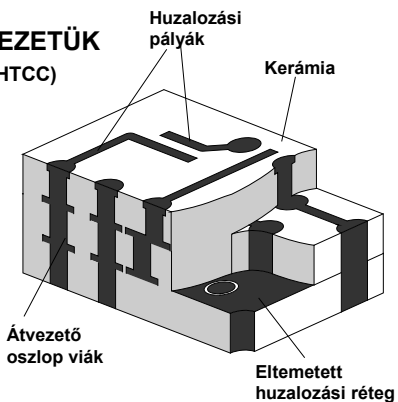
---

---

---

---

## SZERKEZETÜK MLC (HTCC)



44

---

---

---

---

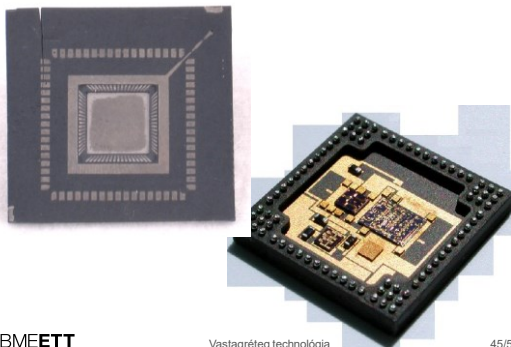
---

---

---

---

## HTCC KERÁMIA (PÉLDA)



45

---

---

---

---

---

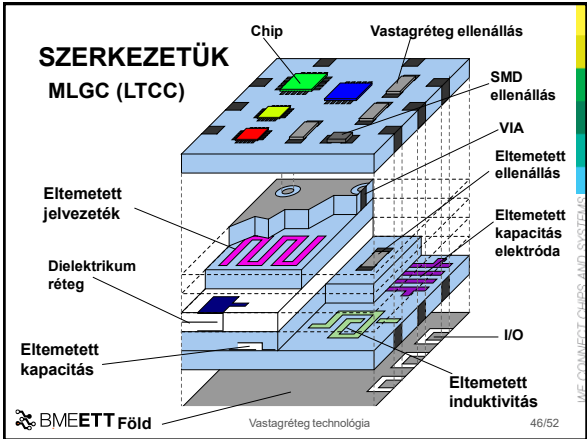
---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia

# VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



46

---

---

---

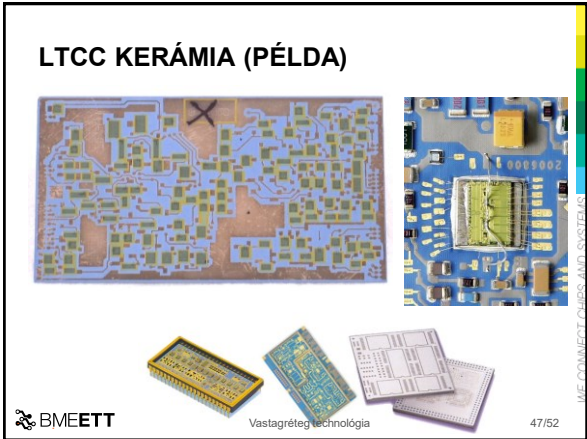
---

---

---

---

---



47

---

---

---

---

---

---

---

---

Kerámia alapú vastagréteg technológia