

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK


MŰEGYETEM 1782

4 VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

**4-01 KERÁMIA ALAPÚ VASTAGRÉTEG
TECHNOLÓGIA**

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA ÉS ANYAGISMERET

VIETAB00


 **BMEETT**
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TARTALOM

- Alapfogalmak
- Vastagréteg alapanyagok
- A kerámia alapú vastagréteg technológia lépései
 - Szitanyomtatás
 - Beégetés
- Sziták típusai
- Hibrid IC elkészítése
- Ellenállások értékeállítás
- Kerámia vastagréteg alkalmazások

 **BMEETT**

Kerámia alapú vastagréteg technológia

2/32

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

**ALAPFOGALMAK I – SZIGETELŐ ALAPÚ
INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK**

A szigetelő alapú integrált áramköri hordozókon az elemek összekötésére szolgáló **vezetékminiatúrát**, 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**

Kerámia alapú vastagréteg technológia

3/32

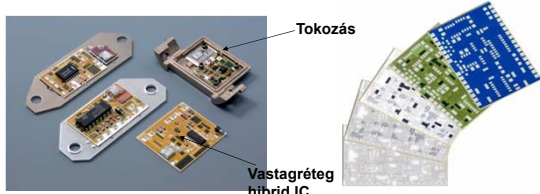
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Kerámia alapú vastagréteg technológia

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

ALAPFOGALMAK II - VASTAGRÉTEG

Vastagréteg: 5-70 μm vastagságú réteg, amelyet szitanyomtatással és hőkezeléssel paszta állagú anyagból hoznak létre általában kerámiára (ritkábban üvegre, szilíciumra, passzívált fémfelületre), vagy műanyag hordozóra.



BMEETT

Kerámia alapú vastagréteg technológia

4/32

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ALAPANYAGOK I

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



BMEETT

Kerámia alapú vastagréteg technológia

5/32

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZERVETLEN VASTAGRÉTEG PASZTÁK

Alapanyagok (paszták) összetétele:

- Funkcionális fázis:
 - Vezetőréteghez Ag-Pd, Au, Cu, W
 - Ellenállásréteghez: ruténium, irídium valamint rénium oxidja (RuO_2)
- Kötőanyag:
 - Alacsony olvadáspontú üveg (SiO_2) (olvadáspont csökkentése B, Ba, régebben Pb)
- Oldószer

BMEETT

Kerámia alapú vastagréteg technológia

6/32

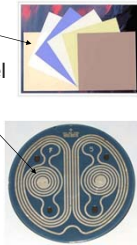
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Kerámia alapú vastagréteg technológia

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

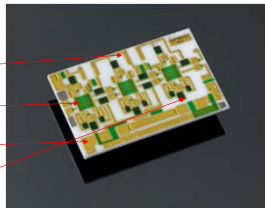
ALAPANYAGOK II

- **Vastagréteg hordozók:** vastagréteg áramköröket előre elkészített hordozókon hozzuk létre:
- kerámiák (szervetlen és polimer rétegekhez),
 - alumínium-oxid (alumina) (Al_2O_3)
 - berillium-oxid (BeO)
 - alumínium-nitrid (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

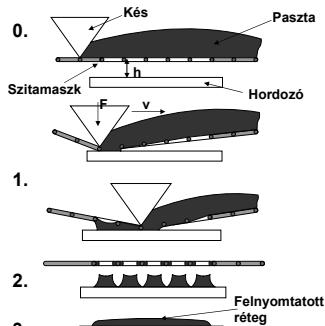


INTEGRÁLT ALKATRÉSZEK

- **Vastagréteg integrált alkatrészek:** a vastagréteg áramkörökben megvalósítható elemek és passzív alkatrészek a következők:
- huzalozási pályák,
- huzalkeresztvezetékek és szigetelő rétegek,
- kontaktus felületek,
- kondenzátorok,
- induktivitások,
- ellenállások (állandó értékű, hőmérsékletfüggő NTC és PTC, feszültségfüggő típusok),



A VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI I: SZITANYOMTATÁS



A szitanyomtatás lépései:

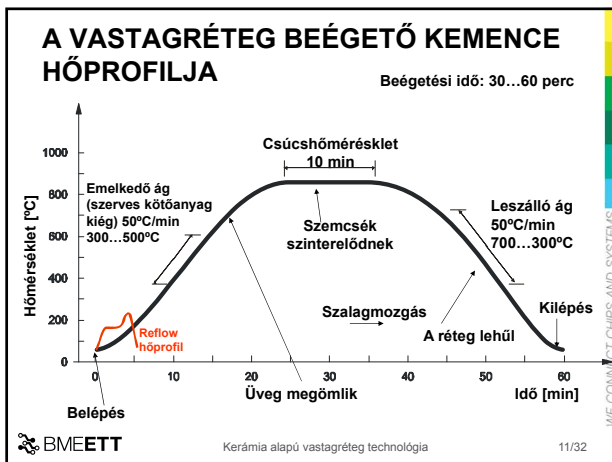
0. a paszta felkenése a szitára, a hordozó elhelyezése és pozicionálása
1. a nyomtatókész végig görgeti a pasztát a szitán
2. a szita felemelkedése a hordozóról.
3. Pihentetés szobahőmérsékleten, a paszta terülése

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

A VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI II: SZÁRÍTÁS ÉS BEÉGETÉS

- Szárítás 120...150 °C-on: az oldószerek eltávoznak.
- Beégetés üvegtetésű pasztáknál általában 850 °C-on,

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 10/32



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.

- vezetőréteg: 200...325
- ellenállásréteg: 160...250
- forraszpasztá: 80...90

A Mesh szám befolyásolja a felnyomtatott rétegvastagságot!

Minden réteghez más szitamaszk (szitanyomó maszk) szükséges.

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 12/32

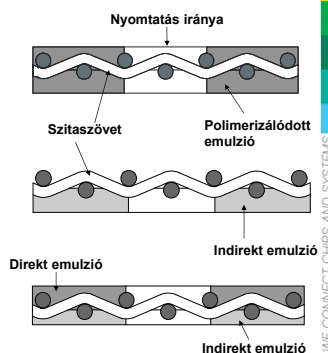
VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

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.)

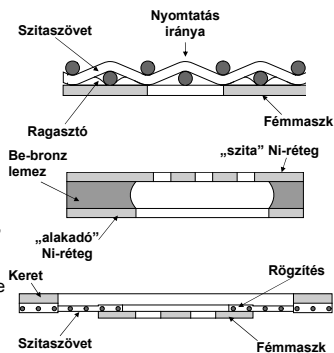


SZITAMASZKOK TÍPUSAI II: FÉMMAZSKOK

Indirekt fémmaszk:
maratott fém fóliamaszk rögzítése ragasztással vagy hegesztéssel a szítán. (100um feletti vastagság, egyszer használható)

Direkt fémmaszk:
Kétoldalról maratott fémmaszk közvetlen használata. (Nagy felbontás, drága.)

Függesztett fémmaszk:
Maratott fémmaszk rögzítése szítakeretben. (Drága és tartós, forraszpasztához.)



SZITA- VS. STENCILNYOMTATÁS

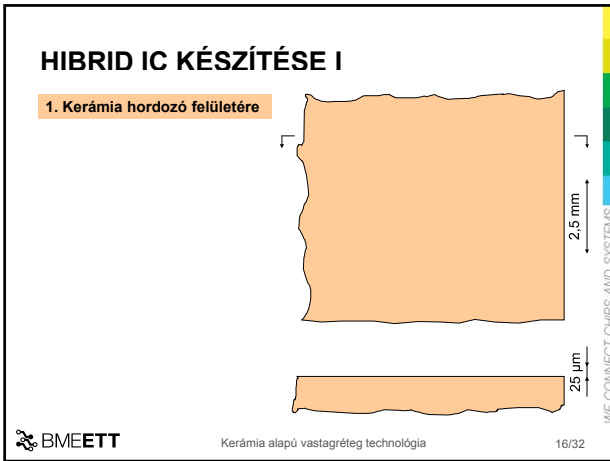
Amiben a két technológia megegyezik:

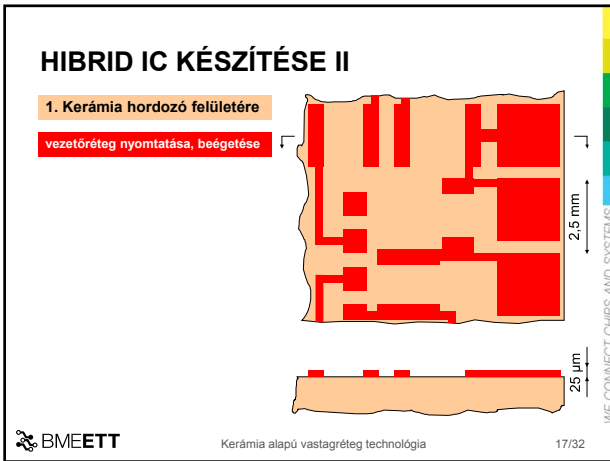
Mind a kettővel valamilyen pasztaállagú anyagot viszünk fel egy felületre, maszkon keresztül.

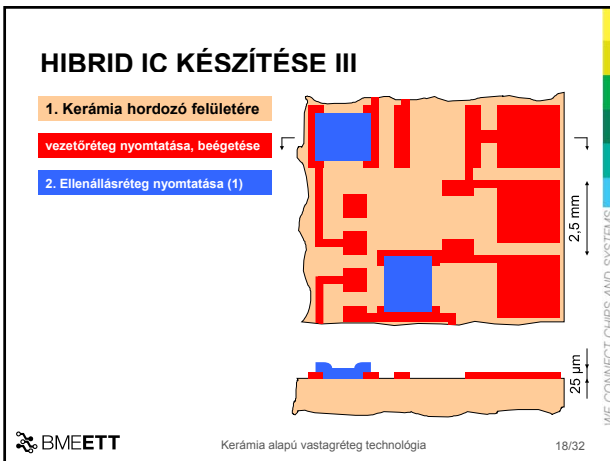
A két technológia különbözik:

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

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK







Kerámia alapú vastagréteg technológia

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

HIBRID IC KÉSZÍTÉSE IV

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

2.5 mm

25 µm

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 19/32

HIBRID IC KÉSZÍTÉSE V

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

2.5 mm

25 µm

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 20/32

HIBRID IC KÉSZÍTÉSE VI

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

2.5 mm

25 µm

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 21/32

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

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. Forrasztászsza nyomtatása

2.5 mm

25 μm

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 22/32

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. Forrasztászsza nyomtatása
6. Alkatrészek beültetése

2.5 mm

25 μm

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 23/32

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. Forrasztászsza nyomtatása
6. Alkatrészek beültetése
7. Újraömlesztéses forrasztás

2.5 mm

25 μm

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 24/32

Kerámia alapú vastagréteg technológia

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)

Arany chip kontaktus felületek nyomtatása és beégetése

Huzalozási pálya (pl. AgPd) nyomtatása és beégetése

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 25/32

HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)

Ellenállások nyomtatása több lépésben és együttes beégetése

Szigetelő üvegréteg nyomtatása és beégetése

Utána ellenállások értékbeállítása

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 26/32

HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)

Arany kontaktus felületet védő fólia

Hordozó előkészítése a darabolásra

Diszkrét alkatrészek beültetése és forrasztása

IC chip ragasztása

Kivezetések kötése

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 27/32

Kerámia alapú vastagréteg technológia

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK

HIBRID IC KÉSZÍTÉSE (PÉLDA)

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

Az alkatrészház oldalfala további alkatrészekkel

Az oldalfal felhelyezése, kiöntés és a tető felhelyezése

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 28/32

RÉTEGELLENÁLLÁSOK ALAKJAI ÉS ÉRTÉKBEÁLLÍTÁSA

Téglalap forma Cilinder forma (top hat)

Értékbeállításkor lézerezéssel 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 ρ a réteg fajlagos ellenállása; v a rétegvastagsága; l az ellenálláscsík hosszúsága; d az ellenálláscsík szélessége; R_{sq} a négyzetes ellenállás.

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 29/32

VÁGATFORMÁK

Vastagréteg ellenálláselemek értékbeállítási vágatformái:

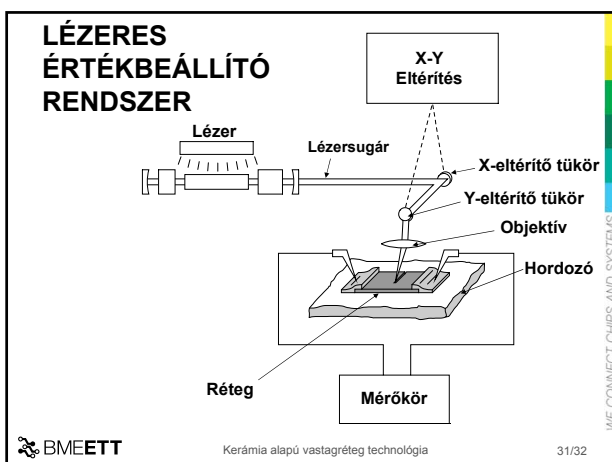
Cilinder (top hat) számítása:

$$r_1 + \dots + r_{11}$$

Nagy l/d-jű cylinder alakú ellenállás

BMEETT Kerámia alapú vastagréteg technológia 30/32

VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIÁK



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 Kerámia alapú vastagréteg technológia 32/32
