

Hibrid Integrált Áramkörök, HIC

Az alábbi bemutató egyes ábráit a Dr. Illyefalvi Vitéz Zsolt – Dr. Ripka Gábor – Dr. Harsányi Gábor: *Elektronikai technológia, ill. Dr Ripka Gábor: Hordozók, alkatrészek és szereléstechnológiák* c könyvek CD mellékleteiből vettem át, a szerzők hozzájárulásával.

Hordozók

- Mechanikai tartás
 - Nagy szilárdság kis vastagság esetén is
 - Jó darabolhatóság
 - Egyenletes lemezvastagság, síklapúság, felületi érdesség: max 1..2 μm (vastagréteg)
- Villamos szigetelés: felületi, térfogati \Rightarrow alkáliszegény anyagok
- Hőelvezetés: terhelhetőség
- Hőtágulás: illeszkedjen a rétegehez, TK romolhat
- Felületi tisztaság

A szigetelőalapú hibrid IC-k típusai, fő jellemzői

- Szigetelőanyag hordozón
 - integrált passzív hálózat
 - beültetett aktív (diszkrét passzív) elemek.
- Rugalmas gyártás, kis sorozatokban is gazdaságos, elsősorban berendezés-orientált eszközként.

Anyag	Hővez. kép.w/m K	Hőtág. $10^{-6}/K$	ϵ_{rel}	tg δ 10^{-3}	Felületi érd. μm
üveg (Corning)	0,0003	4,6	5,75	3,6	0,02
kerámia Al_2O_3	0,021	6,0	9,5	0,3	0,03... ..0,15
zafír	0,021	5...6,6	9,4..11,5	0,1	0,025
kvarc	0,0008	0,55	3,75	0,1	0,025
kerámia BeO	0,13	6,0	6,4	0,3	0,4

Vékonyréteg

- $n \times 10 \dots n \times 100 \text{ nm}$
- Vákuumtechnikai eljárások: gőzölés, porlasztás
- Hordozó: üveg
- Min. vonalszélesség: 25-50 μm

Vastagréteg

- 10...50 μm
- Szitanyomtatással felvitt paszták
- Hordozó: kerámia (Al_2O_3 , AlN, BeO)
- Min. vonalszélesség: 125-250 μm

Azonos (hasonló) beültethető elemkészlet

Vékonyréteg HIC

Réteganyagok

Vezető rétegek

- jó tapadás
- kis fajlagos ellenállás
- zajszegény kontaktus
- lágyforrasztható vagy huzalkötésre alkalmas

Rétegrendszer:

Al, NiCr-Ni, NiCr-Au, Cr-Cu-Au, Ti-Au, Ti-Pd-Au, Ti-NiCr-Au

Ellenállás rétegek

- $R_{\square} = 10 \dots 1000 \Omega/\square$
 - TK kisebb $\pm 100 \text{ ppm}$
 - Értékek stabilitása
 - (öregedés, szemcseszerk. változás, korrózió, oxidáció)
 - TK együttfutás
- Anyagok:**
Ta (TaN), NiCr

Szigetelőrétegek

Típusok:

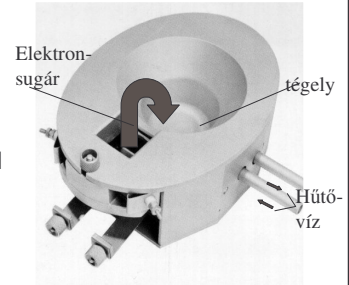
- **Kondenzátor dielektrikum**
- **Kereszteződések közötti szigetelés**
- **Anyagok:**
- Ta_2O_5 , SiO , SiO_2 , MgF_2 , Si_3N_4

Átlátszó vezető bevonat

- Kijelzők nézeti oldalán
 - $R: 10\Omega \dots 1k\Omega$
 - Fényáteresztés: $\sim 80\%$
 - Fotolitografálható
- Anyag:
ITO: $In_2O_3 SnO_2$

Elektronsugaras gőzölés

- Magasabb hőmérséklet \Rightarrow nagyobb op-ú anyagok is gőzölhetők
- Kisebb felületről
- Csak a saját anyaggal érintkeznek, \Rightarrow tisztább
- Nagyobb réteg-növekedési sebesség



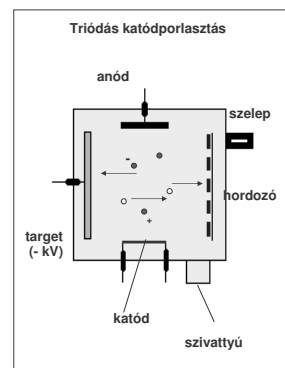
Vákuumpárolgatás

- Vákuumtechnológiák előnye: tisztaság
- Forrástól adott távolságra a hordozón a részecskék kondenzálódnak
- Ha $p \sim 10^{-5}$ mbar, az átlagos szabad úthossz $\lambda \sim 1m$, a részecskék egyenes vonalban (ütközés, szennyeződés nélkül) éri el a hordozót.



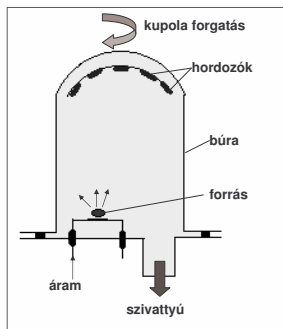
Katódporlasztás

- Nagyvákuum térbe **Ar** gáz $0,1 \dots 10 \dots 100mbar$ nyomásig
- Gázkisülés létrehozása, elektronok ütköznek az Ar atomokkal $\Rightarrow Ar^+$ ionok
- **Target** nagy negatív potenciálon, Ar^+ beleütközik, bevonó anyag részecskéit löki ki \Rightarrow lerakódik a hordozón
- Nagyobb rétegpulási sebesség,



Vákuumgőzölő:

- Anyag felfűtése, hogy a gőznyomása $10^{-4} \dots 10^{-3}$ mbar legyen
- Közvetlen fűtés
- Közvetett fűtés: W csónak (magas op, nem ötvöződik)
- Hordozók gömbfelületen, forgatva.
- Rétegvastagság számítható, mérhető
- Ötvözet gőzölés: figyelemmel a gőznyomás-különbségre vagy flash gőzölés



Reaktív porlasztás

- A nemesgáz mellett még olyan gázt is kevernek a vákuumtérbe, amely a targetból kilépő atomokkal reagál és beépül a rétegbe.
- Pl: TaN , Si_3N_4 , Al_2O_3

Rádiófrekvenciás porlasztás

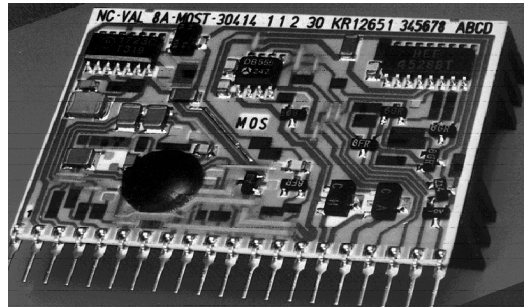
- Szigetelőanyagok porlasztására
- Target nem töltődik fel
- Target potenciálja folyamatosan negatív

Rajzolat kialakítása

- Fotolitográfia, folyékony reziszt, felvitel centrifugálással
- A rétegek nagy része nehezen maratható
- Lift-off technika = fordított rezisztmaszkos eljárás
 - A tiszta hordozón fotorezisztből alakítjuk ki a negatív ábrát
 - Erre gőzöljük (porlasztjuk) a réteget



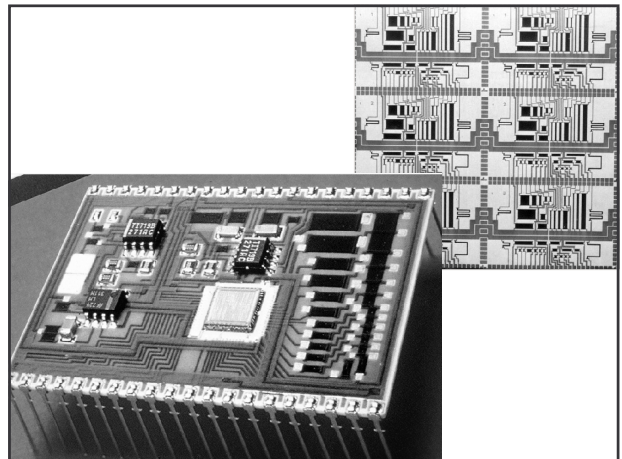
Vastagréteg hibrid IC



Az alábbi bemutató egyes ábráit a Dr. Jlyefalvi Vitéz Zsolt – Dr. Ripka Gábor – Dr. Harsányi Gábor: Elektronikai technológia, III. Dr. Ripka Gábor: Hordozók, alkatrészek és szerelés technológiák c. könyvek CD mellékleteiből vettem át.

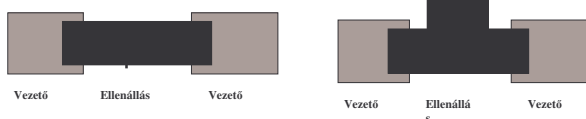
Értékbeállítás

- Gyakorlatilag csak ellenállás
 - Utólag R csak növelhető
- $$R = \rho \frac{l}{w \cdot s}$$
- Bármelyik tag változtatható, de leggyakoribb l növelés ($\Rightarrow s$ csökkentés)
 - w csökkentés: Ta, TaN anódos oxidálás



Lézeres értékbeállítás

- R pálya hosszának növelése
- Folyamatos: bevágás az R felületbe
- Szakaszos: rövidzárak átvágása
- Nd:YAG lézer
- Beállítás alatt folyamatos R mérés



VHIC-k felépítése

- Kerámia hordozó Al_2O_3 , AlN
 - Nyomatott vezetőhálózat, passzív elemek
- Paszták
- Komponensek:
- Funkcionális anyag
 - Végleges kötőanyag (üvegkerámia)
 - Átmeneti kötőanyag
 - Szerves oldószer (viszkózitás, tixotrópia)
 - Speciális adalékok

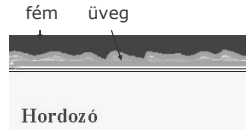
Paszták típusok

• Vezetőpaszták

Követelmény:

- jó vezetőképesség,
- kompatibilitás a többi pasztával,
- tapadás a hordozóhoz
- köthető, forrasztható Pd-Ag, Pt-Ag, Pd-Au, Pt-Pd-Ag, Au, Cu

- Beégetéskor a fémes és az üveges fázis szétválk, tapadás, vezetés is javul.
- Üvegtart. kb. 20-30%



- **Crossover:** több réteg egymáson \Rightarrow diffúzió nem lehet \Rightarrow rétegenként beégetés \Rightarrow *üvegkerámia*

Üveg összetétel, első hőkezeléskor lágyul, megolvad, majd lehűlés közben kristályosodik.

- Op (kristály) $>$ T_1 (üveg)
- 2. Réteg beégetésekor az alsó réteg már nem lágyul, nem olvad meg.

• Kondenzátor dielektrikumok:

- Anyaga: üvegkerámia, ferroelektromos kristály BaTiO₃
- 1pF/mm²...0,3nF/mm²
- Fegyverzet: Au, Ag
- Rétegek kompatibilitása
- **Védőréteg:** alacsony Op-ú üveg

Ellenállásaszták

• Funkcionális fázis: fém, fénoxid

• Üvegfázis nagyobb arányban

• R nő az üvegfázis növelésével

	R _□ tartomány	TKR (ppm)
Pd-Ag	100Ω - 100kΩ	±300 - ±500
Au-Pt-Ir	100Ω - 10MΩ	±100
RuO ₂	100Ω - 10MΩ	±50
Bi ₂ Ru ₂ O ₇	100Ω - 10MΩ	±100

Technológia

Szitanyomtatás

Beégetés

Követelmények:
Adott rétegvastagság 10 - 80 - (200) μm
Rajzolatfinomság

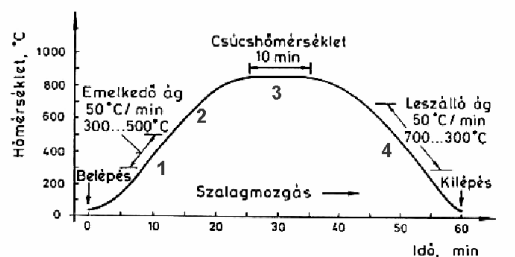
- Algútkemencében
- Tervezett hőprofil
 - Szabályozott kemence-atmoszféra
 - 4 - 6 -8 zónás kemencék

Szigetelőpaszták

- Pasztasorozat dekádoként
- 10 Ω_□ - 10M Ω_□ dekádoként, a köztes értékek kikeverhetők
- Összetétel:
vezető: 20%
kötőanyag: 50%
oldószer: 27%

- Szigetelőréteg: crossover/multilayer
- Kondenzátor dielektrikum
- Védőréteg

Vastagréteg beégető kályha hőprofilja



- 1: szerves anyagok kiegnek 2: Üvegkomponens megolvad
3: a funkcionális fázis szemcséi összeépülnek 4: lassú hűtés

Beégető kemence

