

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA



2 FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

2-02 FÉLVEZETŐ ANYAGOK JELLEMZŐI

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

- Anyagok áttekintése, fizikai tulajdonságok
- Félvezető anyagok elhelyezése a periódusos rendszerben, elektronszerkezet
- Kristályszerkezetek a IV. főcsoport környékén (C, Si, Ge, III-V vegyületek, n- és p-típusú adalékolás anyagai)
- szilícium-dioxid legfontosabb tulajdonságai
- Fizikai paraméterek definíciói, rövid áttekintés: Miller-indexek, dielektromos állandó, adalékoltság, sáv szerkezet, donor- és akceptornívók

 BMEETT

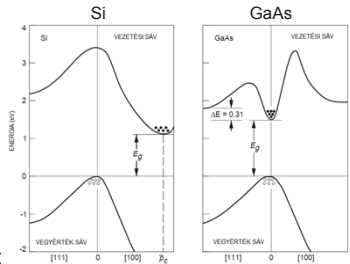
Anyagok és fizikai tulajdonságaik a félvezetőtechnológiában


2/11

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

DIREKT ÉS INDIREKT SÁVSZERKEZET

- Klasszikus:
$$E = \frac{p^2}{2m}$$
- Kvantummechanika:
Diszperziós reláció írja le a töltéshordozók energia-impulzus függvényét.



 BMEETT

Anyagok és fizikai tulajdonságaik a félvezetőtechnológiában

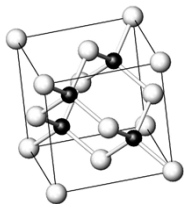
3/11

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

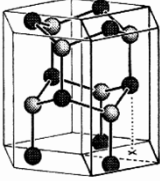
Anyagok és fizikai tulajdonságaik a félvezetőtechnológiában

FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

FÉLVEZETŐK KRISTÁLYSZERKEZETE



Lapcentrált köbös, két különböző atomból álló bázissal (pl. **GaAs**): a pozíciók azonosak a gyémántrácscsal, de itt váltakoznak az atomok 1:1 arányban.



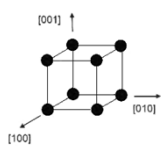
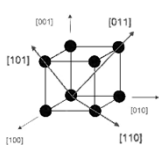
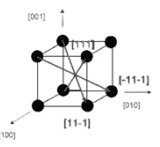
Hatszögös rács (pl.: **GaN**): a kétféle atom külön-külön hatszögös rácsot alkot.

Anyagok és fizikai tulajdonságaik a félvezetőtechnológiában

BMEETT 4/11

FIZIKAI PARAMÉTEREK – MILLER-INDEX IZOTRÓP ÉS ANIZOTRÓP TULAJDONSÁGOK

• Irányok egyszerű köbös rácsban:

Az **egykristály** fizikai (termikus, mechanikai, elektromos, marási) tulajdonságai anizotrópák.
 A **polikristályos anyagban** a kis egykristályok orientációja (általában) véletlenszerű, ezért átlagosan izotróp lesz. Pl. polikristályos Cu vezeték

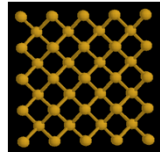
Anyagok és fizikai tulajdonságaik a félvezetőtechnológiában

BMEETT 5/11

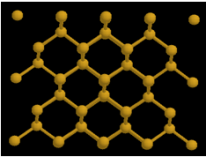
FIZIKAI PARAMÉTEREK – MILLER-INDEX SI JELLEMZŐ ORIENTÁCIÓJA

• Si kristály felhasználása meghatározza a kívánt orientációt:

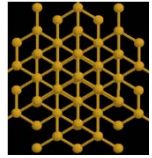
- CMOS: (100)
- MEMS: (100) – az anizotróp maratás kihasználása érdekében! (111) irányban nagyon lassan maródik.
- Bipoláris: (111)



100



110



111

Anyagok és fizikai tulajdonságaik a félvezetőtechnológiában

BMEETT 6/11

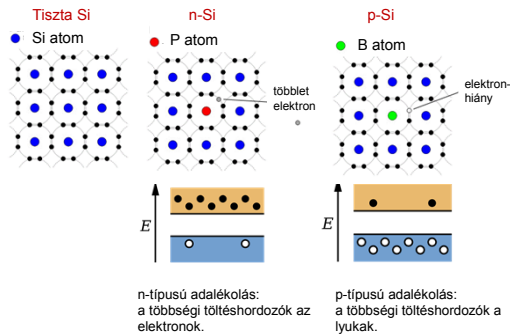
FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

FIZIKAI JELLEMZŐK TÁBLÁZATBAN (Cu, Si, C, SiO₂)

A félvezető gyártástechnológiában fontos anyagok összehasonlító táblázata

Anyag	Fajlagos ellenállás [Ωm]	Hővezetési tényező [$\text{W}/(\text{mK})$]	Sűrűség [g/cm^3]	Formája a félvezető technológiában
Réz (Cu)	$16,7 \times 10^{-6}$	400	8,94	polikristályos
Szilícium (Si)	10^5	150	2,33	egykristály (szelet), polikristályos (elektroda)
C (gyémánt)	$10^{15}-10^{18}$	2000	3,52	polikristályos (CVD)
Szilícium-dioxid (SiO ₂)	10^{16}	1,38	2,63	polikristályos

FIZIKAI PARAMÉTEREK – ADALÉKOLTSÁG HATÁSAI



SZILÍCIUM-OXID TULAJDONSÁGAI

Szilícium-(di)oxid (SiO₂, angol: silica), kristályos formája a kvarc. Tulajdonságok:

- elektromosan szigetelő gate dielektrikum
- alacsony hővezetőképesség
- olvadáspont: 1830 °C (> Si)
- kémiai és mechanikai stabilitása kiváló
 - savak közül csak a hidrogén-fluorid oldja (csak ezzel mintázható!), emiatt maratás maszkanyaga
 - diffúzió és implantáció esetében is maszk



FÉLVEZETŐ ALAPÚ ESZKÖZÖK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

DIELEKTROMOS ÁLLANDÓ

- Helyes elnevezése: relatív permittivitás
- Kétféle jelölése a κ (kappa) és az ϵ (epszilon).

Síkkondenzátor kapacitása: $C=(\epsilon A)/d$

A félvezető eszközökben gyakori elnevezés a „high-k” és „low-k”, amit a SiO_2 3,9-es dielektromos állandójához viszonyítunk.

- Ha magas: gate dielektrikumként alkalmazva kisebb méretek érhetők el. (kapacitásban nő a számláló, így növekedhet a vastagság – ezért a technológia nem korlátoz.)
- Ha alacsony: kisebb szórt kapacitás (nagyobb sebesség), kisebb hődisszipáció.

ÖSSZEFOGLALÁS

- Az elektronszerkezet határozza meg a félvezető anyagok felhasználását.
- A kristályos anyagok speciális gyártástechnológiát igényelnek.
- Különböző anyagcsoportok (fémek, félvezetők, szigetelők) más-más paraméterei lényegesek: vezetőképesség, dielektromos állandó, hővezetés stb.
- A szilícium alapú elektronika fejlődését nagyban elősegítette, hogy a natív oxidja:
 - homogén,
 - kémiai szempontból ellenálló,
 - jó dielektrikum.
