

S-69.2111 Mikro- ja nanoelektroniiikan perusteet

Tentti 30.8.2012

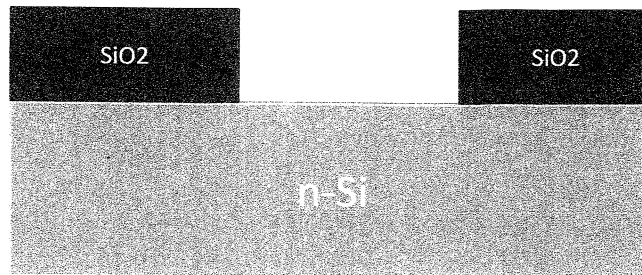
1. Selosta lyhyesti :
 - (a) Puolijohdeaurinkokenno (1p)
 - (b) III-V yhdistepuolijohde (compound semiconductor) (1p)
 - (c) Syklotroniresonanssi (cyclotron resonance) (1p)
 - (d) Puolijohteiden seostaminen eli doping (1p)
 - (e) Fermi-energia (1p)
 - (f) Czochralski-kiteenkasvatus (1p)

2. Tarkastellaan pii-diodia, jossa on askelmaisesti seostettu PN-liitos. Seostustiheydet ovat N-puolella $N_d=10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ja P-puolella $N_a=5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ja lämpötila 300 K. Laske
 - (a) Liitospotentiaali ϕ_{bi} . (2p)
 - (b) Tyhjennysalueen kokonaisleveys W_{dep} ja leveydet N- ja P-puolilla (x_N ja x_P). (2p)
 - (c) Sähkökentän suurin arvo tyhjennysalueen sisällä. (2p)

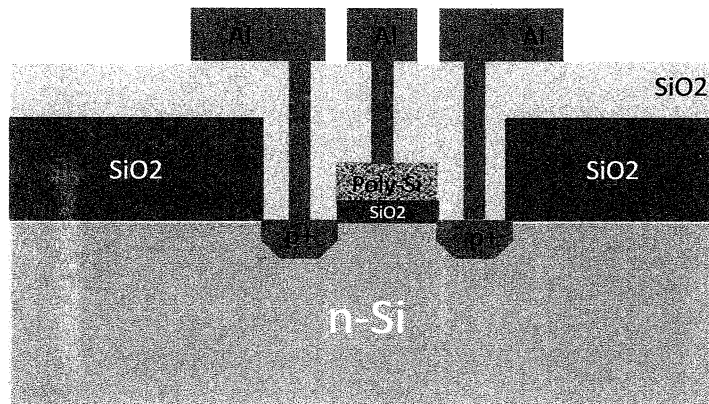
3. Selosta läpilyönti-ilmiö (junction breakdown) PN-liitoksessa estosuuntaisella jännitteellä.

4. Esitä CMOS-invertterin
 - (a) Piirikaavio. (2p)
 - (b) Poikkileikkauskuva rakenteesta. (2p)
 - (c) Toiminta invertterinä. (2p)

5. a) Tavoitteena on saada aikaiseksi oheinen kuvio (aukko) piidioksidiin. Piirrä poikkileikkauskuvat ja kirjoita niiden viereen prosessin eri vaiheet - lähtien oksidoimattomasta (paljaasta) piikiekosta päättyen kyseiseen rakenteeseen. Piirrä vastaukseesi myös fotolitografiaprosessin osavaiheet ja kerro mitä kussakin vaiheessa tapahtuu. (2p) (jatkuu, käännä paperi!)



b) Kerro poikkileikkauksuvien ja lyhyin prosessikuvauksin miten kuvassa näkyvä PMOS-rakenne valmistetaan itsekohdistuvana (self aligned) hilaprosessina (voit lähteä a-kohdan rakenteesta). Litografian yksityiskohtia ei tarvitse tässä enää toistaa. (3p)



c) Mitä etuja itsekohdistuvalla poly-pii hilaprosessilla saavutetaan metallihilaan verrattuna? (1p)