

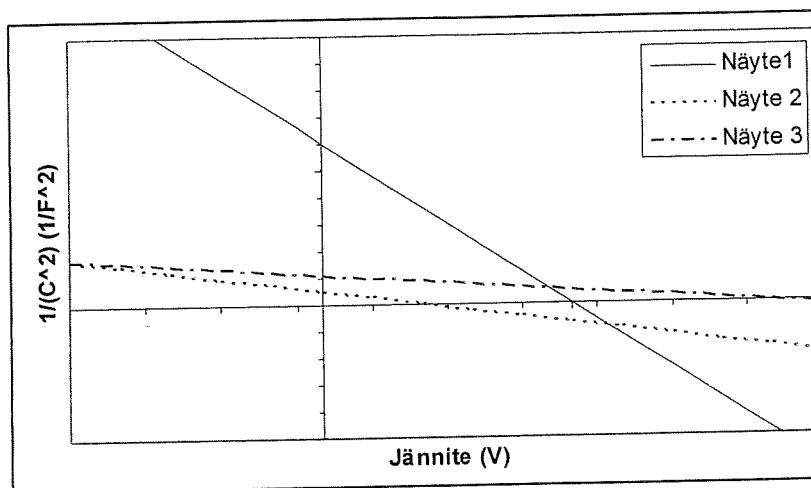
TENTTI : S-69.2101 Puolijohdeteknologian perusteet, Sali S4

Kello 16-19.00 tiistai 31.10.2006

HUOM! Kaavakokoelmaa kannattaa käyttää myös apuna muissakin tehtävissä kuin puhtaissa laskuissa

1. Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet (1p/kohta):
 - a) Timanttihila
 - b) P-tyyppin puolijohde
 - c) Biopolaaritransistorin virtavahvistus
 - d) Syvä epäpuhtaustila
 - e) Puolijohteen tyhjennysalue
 - f) Fotonin absorptio
2. Kirjoita esseemuodossa ja käytä tarvittaessa myös kuvia
 - a) Hall-ilmiö (Selitä ilmiö, kerro samalla mittausjärjestelyistä ja miksi Hall-mittausta käytetään yleisesti puolijohteille) (3p)
 - b) Oksidointi (Kerro eri oksidointimenetelmien toimintaperiaatteet: oksidointi uunissa (1p) ja oksidointi CVD menetelmällä (1p). Vertaile myös menetelmiä toisiinsa(1p) (yht. 3p)
3. a) Selosta MOSFET:n kynnyksjännitteen V_T riippuvuus eri parametreista (3p)
b) Sinulla on kolme erilaista metallipuolijohdeliitosta. Jokaiseen näytteeseen on höyrytetty eri metallia eri seostuksen omaavan piipalan päälle. Lisäksi tiedät, että piipalojen seostukset ovat $1 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, $5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ja $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Metallipuolijohteen potentiaalivallin Φ_i arvot ovat 0.2 V, 0.5 V ja 0.9 V (Huom! Eivät välttämättä ole samassa järjestyksessä seostuksien kanssa). Sinulla on näytteiden tunnistuksen apua Kuva 1, jossa y-akselilla on kapasitanssin neliön käänteisarvo ja x-akselilla liitokseen syötetty jännite.

Kerro mikä näytteen numero vastaa mitäkin seostusta ja sisäistä potentiaalivallia. Vihje: Käytä apuna kaavakokoelmasta löytyvää metallipuolijohteen kapasitanssin kaavaa. HUOM! Perustele vastauksesi (3p)



Kuva 1. Kapasitanssin neliön käänteisluku vs. syötetty jännite

4. a) Selosta mitä tapahtuu ja syntyy kun p-tyypin ja n-tyypin puolijohdepalat yhdistetään. Piirrä lisäksi lopputilanteen energiavyödiagrammi, kun bias jännite on 0 V (3p)
- b) Selosta pn-liitoksen virran voimakas lämpötilariippuvuus (3p)?
5. Piipalassa on fosforiseostus 10^{16} cm^{-3} ja booriseostus 10^{15} cm^{-3} . Oleta, että kaikki epäpuhtaudet ovat ionisoituneita Laske elektronikonsentraatio n , aukkokonsentraatio p ja Fermi-energia E_F (T=300 K) (6p)

Vakioita:

$q = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$	$m_o = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$	$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$	$\epsilon_o = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$	

Piille (T=300 K):

$N_C = 2.8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$	$N_V = 1.04 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$	$n_i = 1.45 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$
$E_g = 1.12 \text{ eV}$	$\epsilon_r = 11.7$	$qX = 4.05 \text{ eV}$
$\mu_n = 1417 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$	$\mu_p = 471 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$	

Piidioksidille (T=300K):

$\epsilon_r = 3.9$	$qX = 1 \text{ eV}$
--------------------	---------------------