

## 72115 Puolijohdetekniikan perusteet

Tentti 14.4.2003

- Määrittele tai selitä lyhyesti,
  - heteroepitaksia,
  - elektronin *drift*-nopeus,
  - kvanttikaivo (quantum well),
  - elektroluminesenssi,
  - valojohtavuus (photoconductivity) ja
  - törmäysionisaatio (impact ionization).
- n-tyyppistä piitä, jonka seostuskonsentraatio on  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$ , viritetään optisesti (tasaisesti kauttaaltaan) huoneenlämpötilassa siten, että  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$  elektroni-aukkoparia syntyy sekunnissa. Mikä on kvasifermitasojen etäisyys toisistaan? Kuinka suuren muutoksen viritys aiheuttaa johtavuudessa? Sekä elektronien että aukkojen elinikä on  $10 \text{ } \mu\text{s}$ , aukkojen diffuusiovakio  $12 \text{ cm}^2/\text{s}$  ja elektronien liikkuvuus  $1300 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$
- Piirrä E-k diagrammi suoraenergia-aukkoiselle ja epäsuora-aukkoiselle puolijohteelle. Jos olet valitsemassa materiaaleja erilaisiin komponenttisovellutuksiin, mitä sinun tulee ottaa huomioon E-k diagrammin suhteen? Perustele, miksi (fysikaaliset perusteet materiaalien käyttäytymiselle). Mainitse esimerkkejä sovellutuksista, joissa ko. diagrammeilla on erityisen tärkeätä merkitystä.
  - Selitä, mikä on efektiivinen massa ja miten se liittyy E-k-diagrammiin ja komponenttisovellutuksiin.
- Piirrä energiavyökaavio, jossa raskaasti n-tyyppiseksi seostetun AlGaAs:n (energia-aukko  $E_g = 1.83 \text{ eV}$ ) päälle on kasvatettu vain vähän seostettu n-tyyppinen GaAs-kalvo ( $E_g = 1.43 \text{ eV}$ ), ja selitä, kuinka kaksiulotteinen elektronikaasu muodostuu rakenteeseen. Jos tällaisesta rakenteesta valmistetaan MODFET, se on toiminnaltaan parempi kuin GaAs-MESFET ja Si-MOSFET. Selitä, miksi.
- Selitä tasasuuntaavien kontaktien (metalli-puolijohdeliitos) toimintaperiaatteet energiavyökaavioiden ja IV-käyrien avulla. Piirrä tasapainotilanteen lisäksi energiavyökaaviot myös esto- ja myötäsuuntaan biasoiduille liitoksille.

Joitakin luonnonvakioita ja muunnossuhteita:

Boltzmannin vakio,  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K} = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$

Elektronin varaus,  $q = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Elektronin lepomassa,  $m_0 = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Plankin vakio,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} = 4.14 \times 10^{-15} \text{ eVs}$

Valon nopeus tyhjiössä,  $c = 2.998 \times 10^{10} \text{ cm/s}$

$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$