

72115 PUOLIJOHDETEKNIIKAN PERUSTEET

Tentti 29.4.2002

Kokeeseen osallistuvalla annetaan kaksipuolinen kaavakokoelma ja yksipuolinen taulukko luonnonvakioista.

1. Määrittele tai selitä lyhyesti
 - a) Puolijohteen epitaksiaalinen kasvatus,
 - b) Zener-diodi sekä
 - c) kvanttikaivo ja jokin sen käyttötarkoitus.
2. a) Määrittele johtavuus ja varauksenkuljettajien liikkuvuus.
b) Tarkastellaan GaAs-puolijohdetta, jonka johde-elektronien efektiivinen massa alimmalla kaistalla L-suunnassa olevassa minimissä on 15-kertainen Γ -pisteen minimissä olevien elektronien efektiiviseen massaan verrattuna. Kuinka näiden elektronien liikkuvuudet poikkeavat toisistaan?
c) Kuinka tämän puolijohteen johtavuus muuttuu, kun sen lämpötilaa kohotetaan huoneenlämmöstä 700°C , jos se on seostettu n-tyyppiseksi ($N_d = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$). Kaistarakenteen L-suunnan minimi on 0.31 eV korkeammalla kuin Γ -pisteen minimi.
3. N-tyyppiseksi seostettua ($N_d = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) piitä valaistaan siten, että $g_{\text{op}} = 10^{21} \text{ EHP/cm}^3$. Määritä Fermi-tason ja kvasi-Fermi-tasojen paikat, kun $\tau_n = \tau_p = 1 \mu\text{s}$. Nimeä tai selitä tehtävänmäärittelyssä annetut suureet.
4. Tarkastellaan piin jyrkkää pn-liitosta, jossa $p_p = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ja $n_n = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, lämpötilassa 300 K.
 - a) Laske Fermi-tasojen paikat näissä materiaaleissa, piirrä liitoksen energiatasokaavio ja määritä liitospotentiaali V_0 .
 - b) Määritä diodin virta sekä myötä- että estosuuntaisella 0.5 V jännitteellä, jos estosuuntainen saturaatiovirta on $4.4 \times 10^{-15} \text{ A}$. Piirrä liitoksen energiatasokaaviot myös näissä tapauksissa.
5. Aurinkokennojen ja fotodetektorien toimintaperiaatteet.

Huom!

Seostamattoman piin kaistarako on 1.1 eV ja johde-elektronikonsentraatio on $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ huoneenlämmössä (300 K). Vastaavat arvot GaAs:lle ovat 1.4 eV ja $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$.