Háskóli Íslands
Raunvisindadeild
Eðlisfræðiskor

Haust 2000

Rafeindatækni fastra efna

Dæmablað 12

Skilafrestur til 30. nóvember 2000 kl. 17:00

1. **Myndun umframhleðslubera**

   (10) Hálfleiðarasýni hefur holuþéttleika $p_0 = 10^{21}$ m^{-3} og rafeindaþéttleika $n_0 = 10^{11}$ m^{-3} við varmajafnvægi.

   (a) Hver er líftími víkjandi bera þegar varmamyndunarstuðull rafeinda-holupara er $g_\mathrm{t} = 10^{18}$ e-h pör/m^{3}s ?

   (b) Nú er lýst á hálfleiðarann með ljósi sem berst í gegnum hann og myndar það $g_\mathrm{l} = 10^{24}$ e-h pör/m^{3}s. Reikna p og n við varmajafnvægi.

   (c) Gerum nú ráð fyrir að lýst sé á sýnið og það sé í jafnvægi. Þá er skyndilega slökkt á lýsingunni við $t = 0$. Finna skal fjölda víkjandi bera sem fall af tíma.

2. **Ísog**

   (10) Hálfleiðari hefur ísogsstuðul 10^4 cm^{-1} á tilteknu bylgjulengdarbili. Efnið er 1.5 μm þykkt. Yfirborðin eru húðuð þannig að engin speglun er frá yfirborðum. Ljósgeisli af þessari tilteknu bylgjulengd skín á annað yfirborðið. Hve mikil hluti ljósgeislans er gleyptur af efninu og hve mikið fer í gegn ?

3. **Eiginþéttleiki**

   (10) Ímyndaður hálfleiðari hefur orkugeil 25 meV, virkan massa í leiðniborða 0.001 m_e, og í gildisborða $0.4m_\mathrm{e}$ (þar sem m_e er massi frjálsrar rafeindar). Hver er eiginþéttleiki þessa efnis við stofuhita (300 K) ? (Nota skal degenerate eða non-degenerate nálganir eftir því sem við á). (Hálfleiðara svipaða þessum er raunverulega hægt að fá fram í tilteknum melmum HgCdTe).

4. **pn-samskeyti**

(10) pn-samskeyti eru gerð úr tveimur svæðum sama hálfleiðara, sem hefur rafeindasækni χ. Vinnufall svæðanna er táknað $\Phi_{\rm sp}$ p-megin og $\Phi_{\rm sn}$ n-megin. Snertispenna milli n og p svæðanna er táknuð $V_{\rm o}$.

Nú eru lausir endar p og n svæðanna tengdir saman með málmvír með vinnufall $\Phi_{\rm m} > \Phi_{\rm sn}$ og $\Phi_{\rm m} > \Phi_{\rm sp}$.

Eftir tengingu rennur enginn straumur um skammhleypta rásina. Dragið upp mynd af skeytunum fyrir og eftir tengingu og sýnið að snertispennan hverfi í rásinni við tengingu.

(Próf desember 1998)

5. **Sveimjafnan**

(10) Leysa skal sveimjöfnuna fyrir víkjandi bera í aflöngu sýni sem er p-gerð af kísli og íbættur er með 10^{20} m^{-3}. Sveimlengd rafeindanna er 50 μm. Við anna enda sýnisins er varmajafnvægið truflað þannig að þéttleiki rafeinda er 10^{18} m^{-3}. Við hinn enda sýnisins ríkir varmajafnvægi. Þverskurðarflatarmál sýnisins er 1 mm^2.

Reikna skal þéttleika hola rafeinda sem fall af staðsetningu í sýninu þegar:

(a) Sýnið er 400 μm þykkt

(b) Sýnið er 5 μm þykkt

6. **pn-skeyti**

(10) Skörp pn-skeyti í kísli hafa $N_{\rm a} = 10^{17}$ cm^{-3} p megin og $N_{\rm d} = 10^{16}$ cm^{-3} n megin.

(a) Reikna skal Fermi orkustigið við 300 K. Draga skal upp mynd af orkuborðum í jafnvægi og finna $V_{\rm o}$ út frá myndinni.

(b) Bera skal niðurstöðuna að ofan saman við

$$V_{\rm o} = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_{\rm a}}{n_i^2/N_{\rm d}} = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_{\rm a} N_{\rm d}}{n_i^2}$$

(c) Reikna skal breidd berasnauða bilsins og hámark rafsviðsstyrks.