

72115 PUOLIJOHDETEKNIIKAN PERUSTEET

05.02.2001

Kokeeseen osallistuvalla annetaan yksipuolinen taulukko luonnonvakioista.

Huom! Taulukoita kääntöpuolella.

1. Määrittele tai selitä hyvin lyhyesti

- a) Neliöresistanssi,
- b) dislokaatio,
- c) epitaksiaalinen kasvatus,
- d) eutektinen seos,
- e) kvanttikaivo, sekä
- f) superhila.

2. a) Hall-ilmiö.

b) Osoita, että

$$\mu B_y = \frac{V_H L_x}{L_z V_x}.$$

Piirä myös kuva ja selitä kaikki yhtälön merkinnät.

c) Tarkastellaan Hall-ilmiötä puolijohdetangossa, jonka poikkileikkauksen pinta-ala on 10^{-2} cm^2 . Tangossa kulkee vakiovirta 0.4 mA, jolloin tangon suunnassa mitataan 1.0 V jännite 0.5 cm matkalla. Hall-jännitteeksi mitataan 0.1 V / 0.2 cm magneettikentässä 0.75 T kohtisuoraan tankoa vastaan. Mikä varauksenkuljettajien liikkuvuus?

3. Tarkastellaan piin jyrkkää pn-liitosta, jossa $p_p = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ja $n_n = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, lämpötilassa 300 K. Laske

- a) p- ja n-tyyppisen piin resistiivisyydet, sekä
- b) Fermi-tason paikat näissä materiaaleissa.
- c) Piirrä liitosalueen energiatasokaavio ja laske
- d) potentiaali V_0 energioiden E_g ja E_F avulla,
- e) vähemmistövarauksenkuljettajakonsentraatio n-tyyppisessä piissä, ja
- f) liitosalueessa olevan sähkökentän maksimiarvo.

4. Tarkastele seosteaineen diffuusiota puolijohteeseen. Lähtien Fickin ensimmäisestä diffuusiolaista osoita, että "lineaarisen konsentraation approksimaation" mukaan vuo on

$$F = D \frac{C(0)}{\lambda},$$

missä $C(0)$ on pintakonsentraatio. Osoita edelleen, että jos pintakonsentraatio on vakio, karakteristinen diffuusiopituus on

$$\lambda = \sqrt{4Dt}.$$

Nimeä kaikki suureet.

5. Höyryfaasikasvatus (CVD).

TABLE 2.4 Mobility of Electrons μ_n and Holes μ_p (at 300 K)

	μ_n ($\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)	μ_p ($\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)	Atoms/ cm^3 ($\times 10^{22}$)
Silicon (Si)	1500	450	5.0
Gallium arsenide (GaAs)	8500	400	4.42
Germanium (Ge)	3900	1900	4.42

Source: Sze (1981).

TABLE 2.5 Values of the Relative Dielectric Constant ϵ_r at 300 K

Material	Si	GaAs	SiO ₂	Si ₃ N ₄
ϵ_r	11.9	13.1	3.9	7.5

Source: Sze (1981).

TABLE 3.3 Density of States in the Conduction Band N_C and Valence Band N_V , Energy Gap E_G , and Intrinsic Carrier Concentration n_i at 300 K^a

	N_C (cm^{-3})	N_V (cm^{-3})	E_G (eV)	n_i (cm^{-3})
Si	2.8×10^{19}	1.04×10^{19}	1.12	1.45×10^{10a}
Ge	1.04×10^{19}	6.0×10^{18}	0.66	2.4×10^{13}
GaAs	4.7×10^{17}	7.0×10^{18}	1.424	1.79×10^6

Source: Sze (1981).

^aThe value for n_i (Si) calculated from eq. (3.18b) differs from that given in Table 3.3. For consistency we use tabulated values.

$$E_G(T) = E_G(0) - \frac{AT^2}{T + B} \quad (3.44)$$

TABLE 3.4 Values Used in Eq. (3.44) to Determine the Value of the Energy Gap $E_G(T)$ at Temperatures in Kelvin

	$E_G(0)$ (eV)	A	B
Si	1.17	4.73×10^{-4}	636
GaAs	1.519	5.405×10^{-4}	204

Source: Sze (1981).