Háskóli Íslands Vor 2001

Verkfræðideild

Rafmagns- og tölvuverkfræðiskor

08.31.23 Smárásir

Lokapróf

11. maí 2001, kl. 9:00 - 12:00

1. (5 %) Hvers vegna er kísill svo mikið notaður í smárásir ? Nefnið þrjú atriði.

2. (15 %) Einkristallaður kísill er ræktaður með Czochralski tækni. Áður en ræktun hefst er 1 mg af fosfór bætt í 10 kg af bráðnum kísli. Þéttleiki kísils er $\rho = 2.33$ g/cm^3 og fosfór er 31 g/mól.

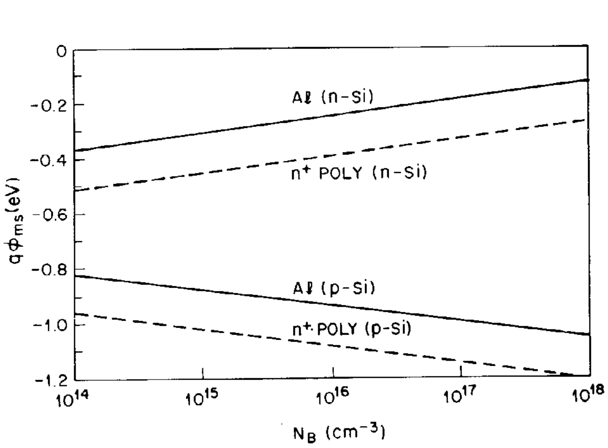
   (a) Hver er upphaflegur íbótarþéttleiki í storkunni ?

   (b) Hver er íbótarþéttleiki á yfirborði kísilkristallsins þegar 5 kg af bráðinni hafa storknað ?

Íbót	Al	As	B	O	P	Sb
k_0	0.002	0.3	0.8	0.25	0.35	0.023

3. (10 %) Fyrir tiltekið oxunarferli er þekkt að oxunarhraðinn, dx_{ox}/dt er 0.48 μm/klst þegar þykkt oxíðins er 0.5 μm og hægir á sér niður í 0.266 μm/klst þegar oxíð þykktin er 1 μm. Finna skal línulegan oxunarstuðul (B/A) og fleygboga hraða fasta B.

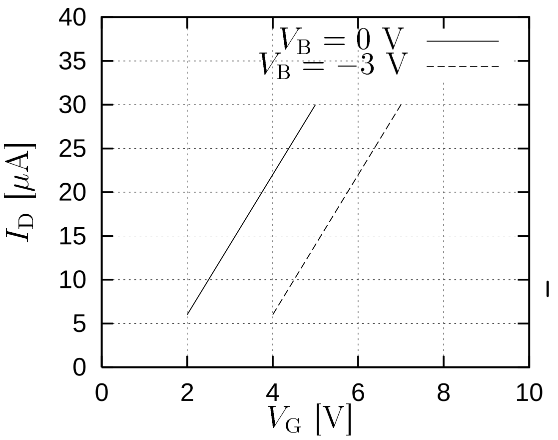
4. (25 %) Skoðum nú þröskuldsspennu

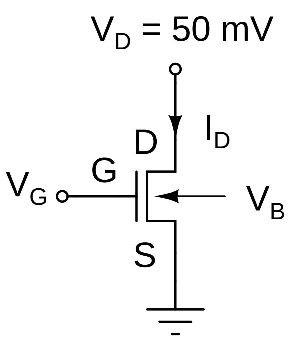


(a) Gátt úr fjölkristölluðum kísli (n^+) á NMOS tól er framleidd á undirlag sem er bóríbætt með 5×10^{15} atóm/cm^3. Gera skal ráð fyrir að samskeytahleðsla Si/SiO$_2$ samskeytanna sé $Q_\mathrm{f} = 3 \times 10^{10} q$ cm^{-2}. Gera skal ráð fyrir að bór endurraðist ekki við oxun. Finna skal oxíðþykktina sem þarf til að $V_\mathrm{T} = +1.0$ V.

(b) Nú er ígræddur fosfór í gegnum gáttaroxíð NMOS tólsins í lið (a) þannig að allur ígræddi fosfórinn sé í kíslinum við Si/SiO$_2$ samskeytin. Finna skal hvaða ígræddan skammt þarf til að fá $V_\mathrm{T} = -2.0$ V

5. (25 %) Gefinn er ferill sem sýnir I_D sem fall af V_G fyrir n-rásar enhancement mode MOSFET þegar svelgspennu er haldið fastri $V_\mathrm{DS} = 50$ mV. Lengd rásar er 3 μm og breidd 60 μm og gáttaroxíðið hefur þykktina 100 Å.



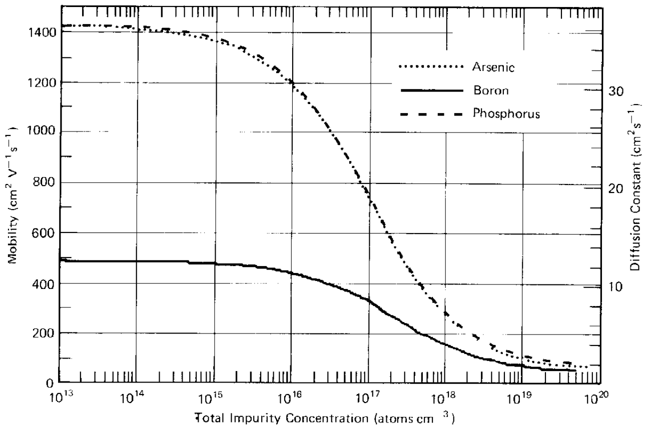


(a) Hver er þröskuldsspennan ?

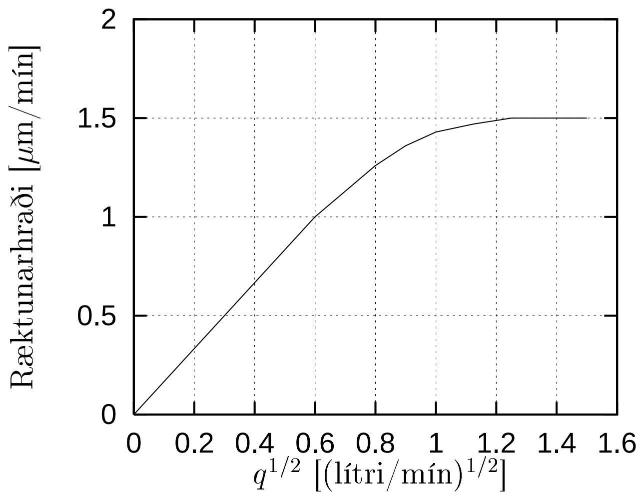
(b) Finna skal íbótarþéttleikann í undirlaginu ef gert er ráð fyrir einsleitri íbót.

(c) Finna skal hreyfanleika hleðslubera í rásinni. Hvernig ber þessum hreyfanleika saman við hreyfanleikann í bolsýni ? Hvers vegna ?

(d) Finna skal I_{Dsat} fyrir smárann þegar $V_{\mathrm{B}} = 0$ og $V_{\mathrm{G}} = 11$ V



6. (20 %) Fjölkristallaður kísill er ræktaður úr gasfasa (e. chemical vapor deposition (CVD)) við 1270°C. Þéttleiki kísilatóma í gasflæðinu er 4×10^{16} cm^{-3}. Ferillinn sem sýnir vaxtarhraðann sem fall af kvaðratrótinni af gasflæðinu, $q^{1/2}$, við 1270°C er sýndur hér að neðan.



(a) Ef hraðafasti yfirborðshvarfa k_{s} er gefinn með

$$k_{\mathrm{s}} = 10^7 \exp\left(\frac{-\Delta E}{kT}\right)$$

þá skal finna gildið á ΔE.

(b) Finna skal massaflutningsstuðulinn h_{G} þegar ræktunarhraðinn er 1.4 μm/min ?