Háskóli Íslands
Verkfræðideild
Rafmagns- og tölvuverkfræðiskor

Vor 2004

08.32.23 Smárásir

Lokapróf

29. apríl 2004, kl. 13:30 - 16:30

1. (15 %) **Mettunarstraumur MOSFET**

   Gera skal ráð fyrir $n-$rásar MOSFET við 300 K með eftirfarandi kennistærðir

Rásalengd	$L = 1.5\ \mu$m
Rásabreidd	$W = 25.0\ \mu$m
Hreyfanleiki í rás	$\mu_{\mathrm{n}} = 600$ cm^2/Vs
Íbót í rás	$N_{\mathrm{a}} = 1 \times 10^{16}$ cm^{-3}
Þykkt oxíðs	$d_{\mathrm{ox}} = 500$ Å
Samskeyta hleðsla	$Q_{\mathrm{it}}/q = 10^{11}$ cm^{-2}
Mismunur vinnufalla	$\phi_{\mathrm{ms}} =$ -1.13 V

   Reikna skal mettunarstraum tólsins þegar gáttarspennan er 5 V.

2. (10 %) **Stilling þröskuldsspennu MOSFET**

   Tiltekið framleiðsluferli fyrir $n-$rásar MOSFET er stillt af til framleiðslu á hvatfetum með þröskuldsspennu $V_{\mathrm{T}} = 1.2$ V. Með jónaígræðslu fosfórs er sumum smárunum breytt þannig að þeir verði latfetar með þröskuldsspennu $V_{\mathrm{T}} = -3.8$ V. Hve þarf fosfórskammturinn að vera (í fosfór/m^2) ? Gáttarrýmdin er 3.4×10^{-4} F/m^2.

3. (10 %) **Æting - valvísi**

   1.2 μm þykkt SiO_2 lag er ætt ofan af Si undirlagi. Ætingarhraðinn í oxíðinu er 0.5 μm/mín og valvísi oxíðs með tilliti til kísils er 25 á móti 1. Ef æting er framkvæmd í 3 mín., hve djúpt ætist ofan í kísilundirlagið ?

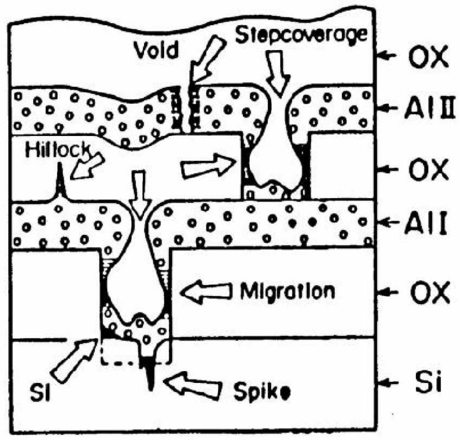
4. (15 %) **Vandamál með ál leiðara**

Á meðfylgjandi mynd sjást sum megin vandamálin sem fylgja því að nota ál sem leiðara í fjöllaga málmtengi. Lýstu ástæðum eftirfarandi vandamála og þeim lausnum sem beitt er til að draga úr eða eyða þessum vandamálum.

(a) Hólar og innflákar (e. hillock and void)

(b) Myndun álbrodda

(c) Ónóg skrefþekja (e. step coverage)



5. (15 %) **Val á skrefara**

Tiltekið lithography kerfi sem notar G-línu sem ljós ($\lambda = 436$ nm) getur gefið minnstu prentanlega stærð sem 0.5 μm með dept of focus (DOF) sem 1 μm. Ný framleiðsla þarf að hafa minnstu prentanlegu stærð sem 0.2 μm með dept of focus 0.15 μm. Þrír skrefarar standa til boða

	λ	NA
Skrefari A	365 nm (I- lína)	0.7
Skrefari B	248 nm (excimer leysir)	0.85
Skrefari C	193 nm (ArF)	0.85

Gera skal ráð fyrir að stuðullinn k_1 sé fastur og að $k_2 = 0.5$. Hvaða skrefari uppfyllir bæði kröfur um minnstu stærð og depth of focus ? Sýna skal útreikninga sem rökstyðja niðurstöðuna.

6. (15 %) **Oxun**

Við oxum kísilskífu sem hefur upphaflega oxíð húð af óþekktri þykkt d_o. Skífan fer í gegnum tiltekið oxunarferli með línlega hraðafasta 1.0 μm/klst. og fleygbogahraðafasta 0.55 μm^2/klst. Eftir 1 klst. varmaoxun er heildarþykkt oxíðlagsins orðið x μm. Þá er oxað í 2 klst. til viðbótar og heildarþykktin verður við það $2x$ μm. Finna skal x og d_o.

7. (20 %) **Sveim**

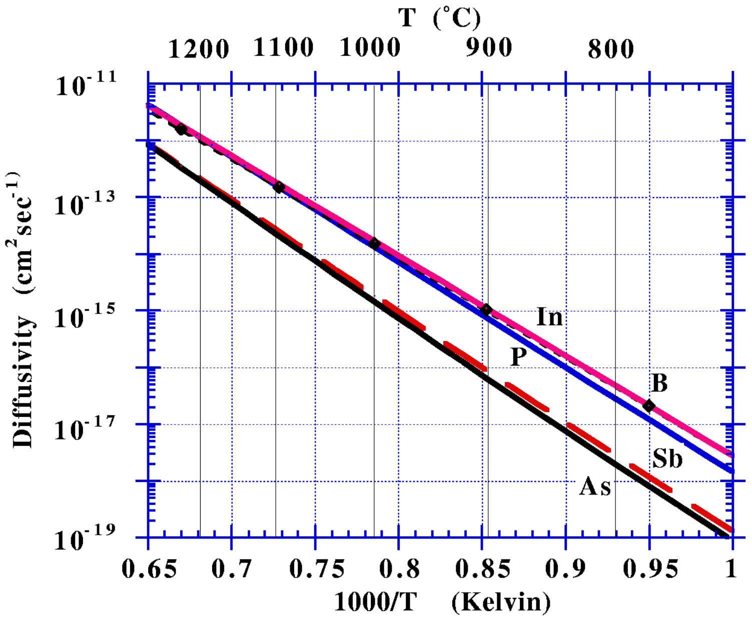
Hanna skal tveggja skrefa forhúðun og sveimferli til myndunar pn-skeyta með því að sveima fosfór inn í 1.3 Ω cm skífu af $p-$gerð. Gera skal ráð fyrir að skeytin séu 2 μm djúp og að $n-$leiðandi svæðið hafi fosfórþéttleika 4×10^{17} cm^{-3} við yfirborðið. Skrefin eiga að vera forhúðun við 900 °C og inn sveim við 1150 °C. Reikna skal:

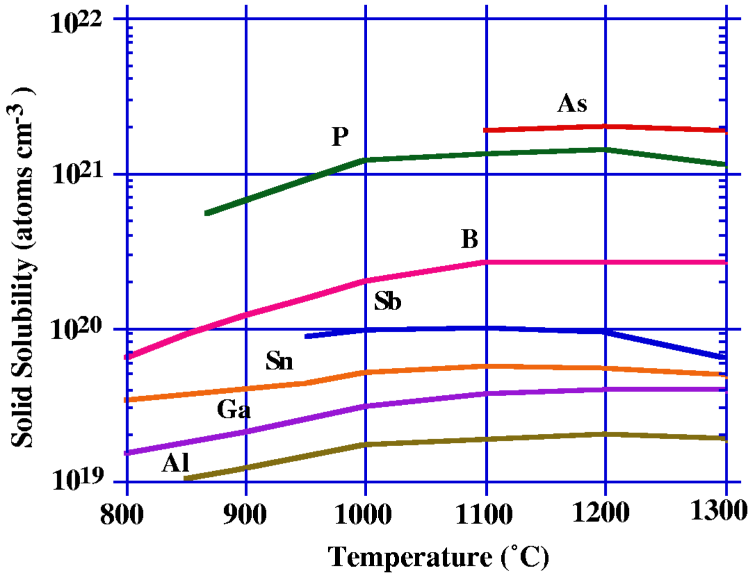
(a) Tímann fyrir innsveimið (gera skal ráð fyrir að forhúðunin myndi delta fall við yfirborðið).

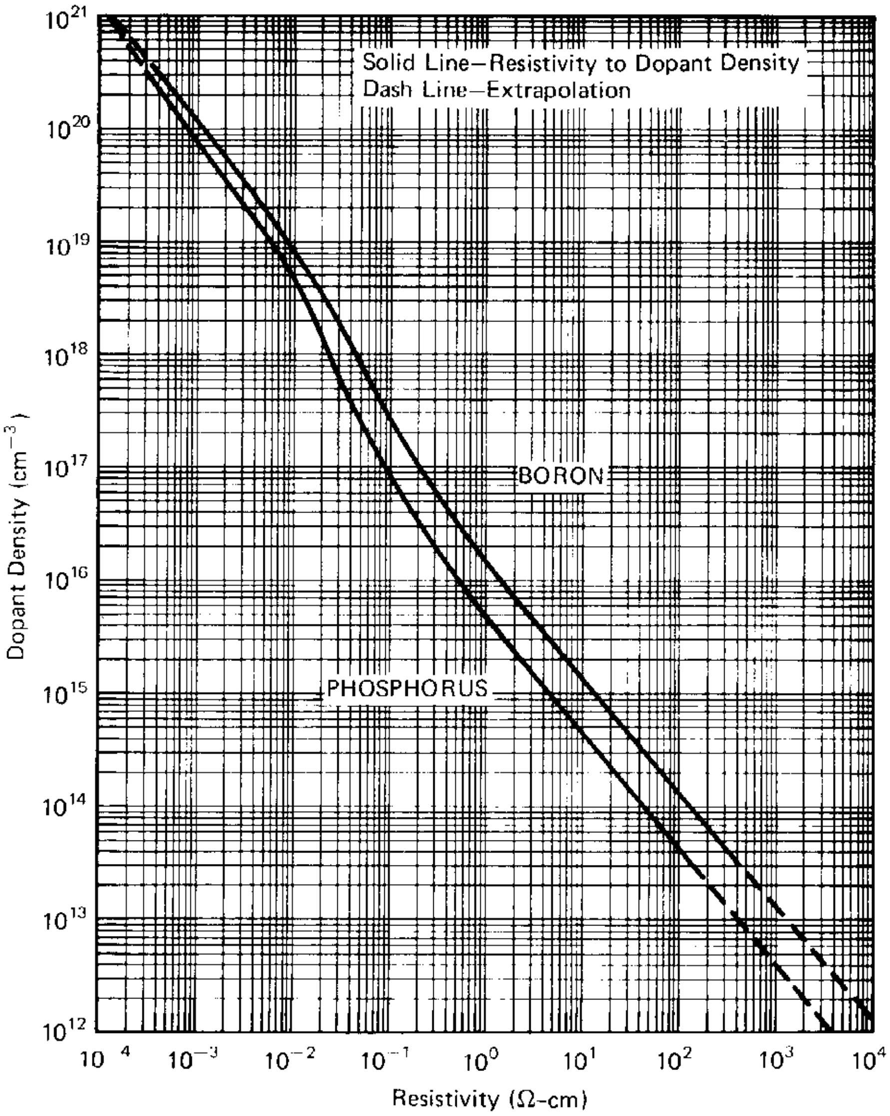
(b) Tímann sem forhúðunin tekur (athugið að þetta er fremur stuttur tími).

(c) Gera skal ráð fyrir að leysnin sé fasti neðan við 900 °C, hve mikið þarf að lækka hitastigið við forhúðunina til að fá skynsamlegri tíma (10 mínútur) fyrir forhúðunina ?

	Si	B	In	As	Sb	P	Units
D^0	560	1.0	1.2	9.17	4.58	4.70	$\text{cm}^2\ \text{sec}^{-1}$
E_A	4.76	3.5	3.5	3.99	3.88	3.68	eV




Solid Solubility (atoms cm-3)
Temperature (˚C)
As
P
B
Sb
Sn
Ga
Al
800
900
1000
1100
1200
1300


Solid Line—Resistivity to Dopant Density
Dash Line—Extrapolation
BORON
PHOSPHORUS
Dopant Density (cm−3)
Resistivity (Ω-cm)