

Framleiðsla smárása

Dæmablað 4

Skilafrestur 27. september 2018 kl. 15:00

1. Íbæting – Doping (20)

Í jónaígræðsluskrefi (skammtur = 10^{14} cm⁻², $R_p = 0.0226$ μm, $\Delta R_p = 0.0102$ μm) er arsen (As) ígrætt í p-leiðandi hálfleiðara sem hefur einsleita bór (B) íbót af þéttleika 10^{16} cm⁻³. Heildarþykkt kísilskífunnar er 300 μm.

- (a) Finna skal mesta As þéttleika, N_p .
- (b) Rissið upp þversnið As of B íbótar. Merkið greinilega inn á grafið skotlengd og hæsta þéttleika. Gera skal ráð Gaussísku þversniði.
- (c) Finna skal dýptina(irnar) niður að samskeytum rétt eftir ígræðsluna.
- (d) Nú er sýnið hitað upp í 950 °C í brot af sekúndu. Rissið nú upp þversnið arsens og bór eftir þessa háhita meðferð.
- (e) Sýnið er hitað í 1000 °C í langan tíma, segjum tvær vikur. Dragið nú aftur þversnið As og B.
- (f) Channeling getur einnig haft áhrif á þversnið íbótar eftir jónaígræðslunar. Útskýrið stuttlega channeling hrifin og listið/lýsið aðferðum til að draga úr áhrifum (að mestu fjórar setningar).
- (g) Það að mynda ofur-grunn skeyti sem lind/svelg framlengingar í nanóskala MOS-FETum er enn virkt rannsóknarsvið. Ræðið hvort það að mynda ofur grunn skeyti er erfiðara fyrir p eða n íbót. Réttlætið svarið stuttlega (þrjár setningar að mestu).

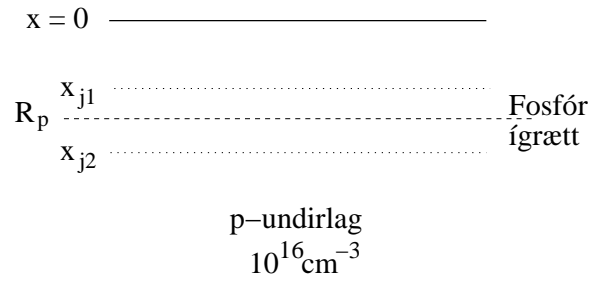
An ion implantation step (dose = 10^{14} cm⁻², $R_p = 0.0226$ μm , $\Delta R_p = 0.0102$ μm) implants Arsenic (As) into a p-type semiconductor material with uniformly doped boron (B) background concentration of 10^{16} cm⁻³. The total thickness of this Si wafer is 300 μm .

- (a) Find the peak As concentration, N_p .
- (b) Qualitatively draw the As and B concentration profiles. Clearly indicate and label the projected range and the peak concentration. Assume an ideal Gaussian profile.
- (c) Find the junction depth(s) right after the implantation.
- (d) The sample is now thermally annealed at 950 °C for a fraction of a second. Qualitatively draw the Arsenic and boron profiles of this sample after high temperature annealing.
- (e) We do high temperature annealing at a 1000 °C for a long time, say two weeks. Redraw the As and B profiles.
- (f) Besides the various effects covered in the previous parts of this question, channeling could also affect the dopant profile after the ion implantation step. Briefly explain the channeling effect and list/describe two approaches for reducing the channeling effect (4 sentences max).
- (g) Achieving ultrashallow junctions as the source/drain extensions of nanoscale MOSFETs is a challenging field of active research. Speculate whether enabling ultrashallow junctions is more difficult for p⁺ or n⁺ doping. Briefly justify your answer (3 sentences max).

(Próf desember 2016)

2. Jónaígræðsla

(10) Fosfór er ígræddur í p-leiðandi kísil með einsleitun bakgrunnspéttleika 10^{16} cm^{-3} . Fosfórkammturinn (P^+) er 10^{13} cm^{-2} og hröðunarorkan er 200 keV.



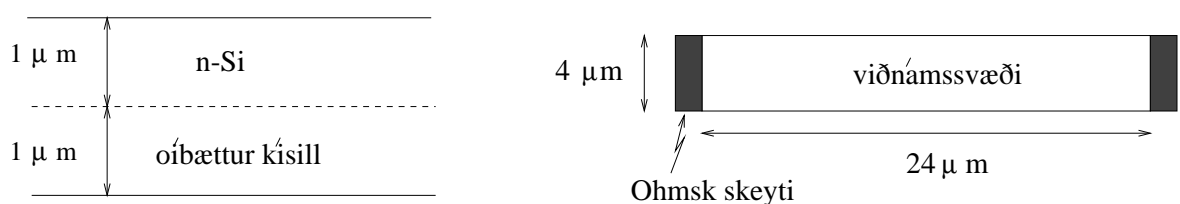
- (a) Finna skal sheet viðnám fosfórirgrædda lagsins með $R_{\square} \approx 1/(q\mu\phi)$.
- (b) Finna skal staðsetningar skeyta sem myndast við fosfórirgræðsluna, x_{j1} og x_{j2}
- (c) Eftir fosfórirgræðsluna er sýnið bakað með $Dt = 10^{-12} \text{ cm}^2$ til að endurheimta kristöllun og gera íbótina rafvirka. Í ljós kemur að snið íbótarinnar breytist óverulega. Útskýrið.
- (d) Fjölkrystölluð kísilhúð ($0.5 \mu\text{m}$ þykk) er nú ræktuð ofan á kísilundirlagið úr lið (c). Þá er bór ígræddur. Hröðunarorka bór jónanna er valinn þannig að staðsetning bórtoppins falli í fosfórtoppinn í kísilundirlaginu. Hver er hröðunarorka bórjónanna?

(próf maí 2003)

3. Sheet viðnám

(10) Kísilbútur hefur þykkt $2 \mu\text{m}$. Efri $1 \mu\text{m}$ er íbættur til að mynda n-leiðni með $N_d = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Neðri $1 \mu\text{m}$ er óíbættur.

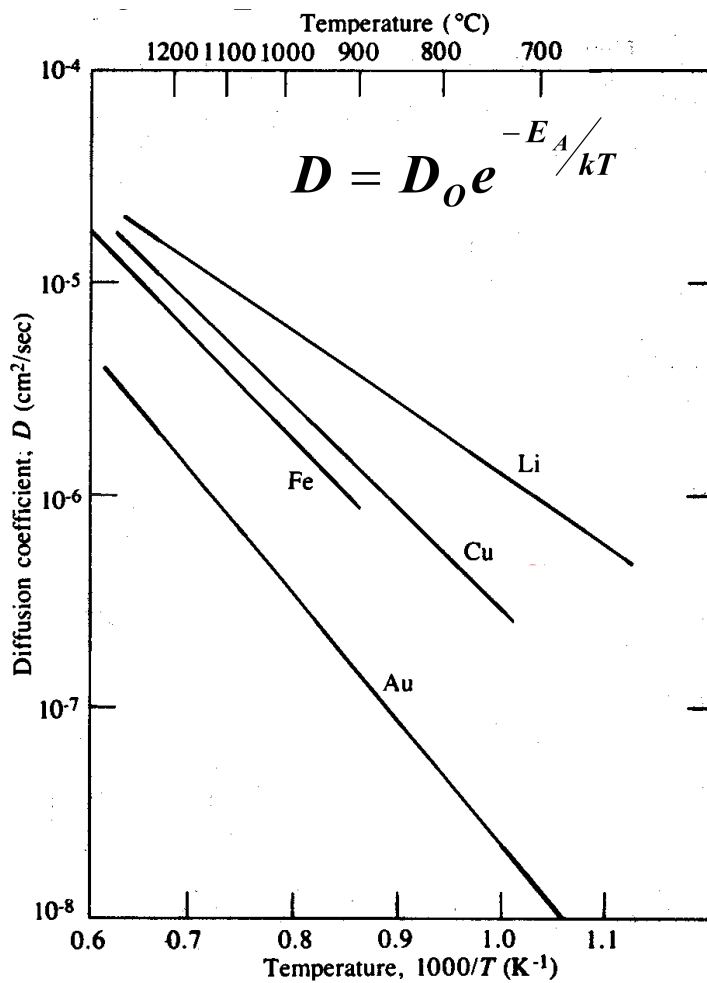
- (a) Finna skal sheet viðnámið.
- (b) Viðnámsmyndur er lagt út fyrir smárás eins og sést á myndinni. Finna skal viðnám viðnámsins.



4. Sveim – Diffusion (10)

Gulli er sveimað inn í kísilskífu með föstum yfirborðspéttleika 10^{18} cm^{-3} . Hve lengi er gullið að sveima fullkomlega um kísilskífu sem er $400 \mu\text{m}$ þykk þegar bakgrunnspéttleiki er 10^{16} cm^{-3} við hitastig 1000°C ?

Gold is diffused into a silicon wafer using a constant-source diffusion with a surface concentration of 10^{18} cm^{-3} . How long does it take the gold to diffuse completely through a silicon wafer $400 \mu\text{m}$ thick with a background concentration of 10^{16} cm^{-3} at a temperature of 1000°C ?



(Próf desember 2014)