

## 08.31.23 Smárásir

### Lokapróf

2. maí 2006, kl. 9:00 - 12:00

1. (6 %) **TFT**

Þegar framleiddir eru flatir skjáir eru driftólin þunnir flatir smárar (e. Thin Film Transistors) og í þeim er rásin oft úr myndlausum kísli.

(a) Hvers vegna er notaður myndlaus kísill? Hverjir eru kostir þess og ókostir að nota myndlausan kísil?

(b) Hvaða hlutverki gegnir vetni í þessum smárum?

2. (5 %) **Kísill**

Hvers vegna er kísill svo mikið notaður í smárásir? Nefnið þrjú atriði.

3. (12 %) **MOSFET - þröskuldsspenna**

$p$ -rásar MOSFET með gátt úr mikið íbættum  $p$ -leiðandi fjölkristölluðum kísli hefur þröskuldsspennu  $V_T = -1.5$  V þegar  $V_{sb} = 0$  V. Þegar bakspenna upp á 5 V er lögð á undirlagið, breytist þröskuldsspennan í - 2.3 V.

(a) Hver er íbótarþéttleiki undirlagsins ef þykkt oxíðsins er 100 nm? Athugið að beita þarf ítrun.

(b) Hver er þröskuldsspennan ef  $V_{sb} = -2.5$  V?

4. (10 %) **Oxun kísils**

Fyrir tiltekið oxunarferli er þekkt að oxunarhraðinn,  $dx_{ox}/dt$  er  $0.51$   $\mu\text{m}/\text{klst}$  þegar þykkt oxíðins er  $0.4$   $\mu\text{m}$  og hægir á sér niður í  $0.36$   $\mu\text{m}/\text{klst}$  þegar oxíð þykktin er  $1.25$   $\mu\text{m}$ . Finna skal línulegan oxunarstuðul ( $B/A$ ) og fleygboga hraða fasta  $B$ .

5. (15 %) **Ræktun kísils**

Einkristallaður kísill er ræktaður með Czochralski tækni. Áður en ræktun hefst er 2 mg af fosfór bætt í 12 kg af bráðnum kísli. Þéttleiki kísils er  $\rho = 2.33 \text{ g/cm}^3$  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	0.3	0.023

6. (13 %) **Photolithography kerfi**

Photolithography kerfi sem hefur ljósstyrk  $12 \text{ mW/cm}^2$  er notað til að lýsa á jákvætt ljósviðnámslag sem hefur contrast  $\gamma = 1.9$ . Þú sérð að lýsingartíminn, sem þörf er á til að eitthvað af ljósviðnámslaginu sem lýst er á og framkallað sé fjarlægt (þ.e.  $E_1$ ), er 3 s.

(a) Hvaða lýsingartíma þarf til að fá fulla lýsingu og framköllun á ljósviðnámslaginu (þ.e. hvaða tíma er þörf lýsa til að fjarlægja 100 % af ljósviðnámslaginu) ?

(b) Hver er critical modulation transfer function (CMTF) ljósviðnámslagsins ?

7. (12 %) **SiO<sub>2</sub> húð**

Ræktunarhraðinn er 18 nm/mín þegar ræktuð er SiO<sub>2</sub> húð úr sílan við 418 °C. Hvert þarf ræktunarhitastigið að vera til að fá ræktunarhraðann 36 nm/mín ? Gefið er að  $E_a = 0.6 \text{ eV}$  fyrir sílan-súrefnisblöndu.

8. (4 %) **TiN húð**

Hvaða hlutverki gegna þunnar TiN húðir í smárásun ?

9. (12 %) **Sveim**

Bór er sveimað inn í  $n$ -leiðandi kísil sem hefur upphaflegan íbótarþéttleika  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Forsveimið er framkvæmt við 975 °C í 15 mín. Gefið er að leysnimörk bór í kísli eru  $3.5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  og að sveimfastinn er  $1.5 \times 10^{-14} \text{ cm}^2/\text{s}$ .

(a) Reikna skal hve djúpt er niður að samskeytum,  $x_j$ .

(b) Reikna skal bórskammtinn sem kísillinn hefur innbyrt,  $Q$ .

10. (11 %) **Rafrek**

Nú skoðum við tímann sem það tekur rafrek (e. electromigration) að valda bilun MTF.

(a) Hvert er hlutfall MTF eins áleiðara sem vinna við sama straumbéttleika við stofuhita annars vegar og 100 °C hins vegar? Notaðu  $E_a = 0.5$  eV fyrir bilun vegna rafreks.

(b) Til að uppfylla kröfur um áreiðanleika eru settar hönnunarreglur til að tryggja að straumbéttleiki sé neðan við tiltekið gildi. Hver er hámarksstraumur sem hleypa má á áleiðara sem er 1  $\mu\text{m}$  þykkur og 1  $\mu\text{m}$  breiður ef straumbéttleikinn má ekki fara yfir  $5 \times 10^5$  A/cm<sup>2</sup>?

## Gagnleg gröf

