

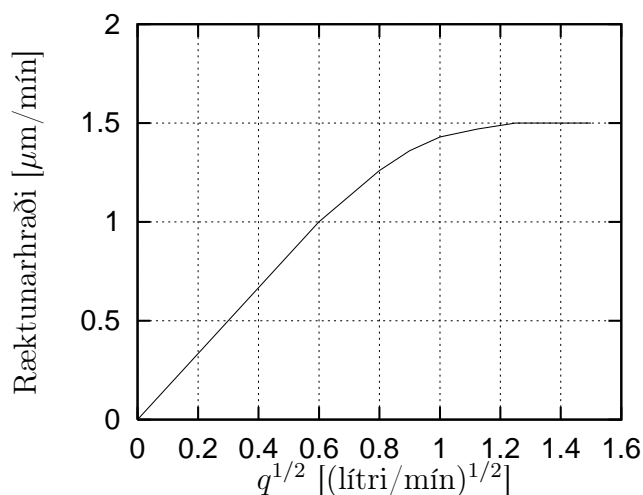
# Framleiðsla smárása

## Dæmablað 9

Skilafrestur 10. nóvember 2016 kl. 15:00

### 1. Fjölkrystallaður kísill (CVD)

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



(a) Ef hraðafasti yfirborðshvarfa  $k_s$  er gefinn með

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

þá skal finna gildið á  $\Delta E$ .

(b) Finna skal massaflutningsstuðulinn  $h_G$  þegar ræktunarhraðinn er  $1.4 \mu\text{m}/\text{mín}$  ?

(Próf maí 2001)

## 2. Orkugeil hálfleiðara

(10) Þegar hitastig er hækkað veldur þensla kristallagrindarinnar gjarnan því að tengi á milli atóma lengjast og orkugeilin minnkar. Fyrir marga hálfleiðara er gefið að orkugeilin breytist með hitastigi samkvæmt

$$E_g(T) = E_g(0) - \frac{\alpha T^2}{T + \beta}$$

þar sem  $\alpha$  og  $\beta$  eru fastar sem fundnir eru með því að nálga fallið við mæld gögn og  $E_g(0)$  er stærð orkugeilar við alkul. Fyrir kísil eru þessi gildi

$$E_g(0) = 1.170 \text{ eV}$$

$$\alpha = 4.730 \times 10^{-4} \text{ eV/K}$$

$$\beta = 636 \text{ K}$$

þegar  $T$  er hitastig í Kelvin.

(a) Gera skal graf af  $E_g$  sem fall af hitastigi fyrir Si á hitastigsbilinu 0 – 600 K. Gefa skal upp gildið á  $E_g(300 \text{ K})$ .

(b) Fyrir  $T > 300 \text{ K}$  er fallið nær línulegt og gjarnan er notuð nálgunin

$$E_g(T) = 1.205 - 2.8 \times 10^{-4} \times T$$

Hvernig ber þessari nálgun saman við hina ítarlegri jöfnu. Sýnið á grafinu.

Ágætt er að gera þetta með MATLAB.

## 3. Ideal n-channel MOSFET

(10) An ideal n-channel MOSFET maintained at  $T = 300 \text{ K}$  is characterized by the following parameters:  $W = 50 \mu\text{m}$ ,  $L = 5 \mu\text{m}$ ,  $d = 0.05 \mu\text{m}$ ,  $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $n^+$ -poly-Si gate,  $\mu_{ns} = 800 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  (which is assumed to be independent of  $V_G$ ). Ignore the bulk charge effect and velocity saturation.

Determine:

(a)  $V_T$

(b)  $I_{D\text{sat}}$  if  $V_G = 2 \text{ V}$

(c)  $dI_{DS}/dV_{DS}$  if  $V_G = 2 \text{ V}$  and  $V_D = 0 \text{ V}$

(c)  $dI_{DS}/dV_{GS}$  if  $V_G = 2 \text{ V}$  and  $V_D = 2 \text{ V}$

#### 4. Punch-through

(15) Þegar berasnauðu bil lindar og svelgs mætast í stuttri rás nefnist það punch-through. Gera skal ráð fyrir að lindar- og svelgsvæðin í n-rásar kísil MOSFET séu íbætt með  $10^{20}$  rafgjöfum/cm<sup>3</sup> og rásin sé íbætt með  $10^{16}$  rafþegum/cm<sup>3</sup> og hún sé 1  $\mu\text{m}$  löng. Ef gert er ráð fyrir að lind og undirlag séu tengd í jörð, hvaða gildi á svelgspennu veldur punch-through ?