

# Framleiðsla smárása

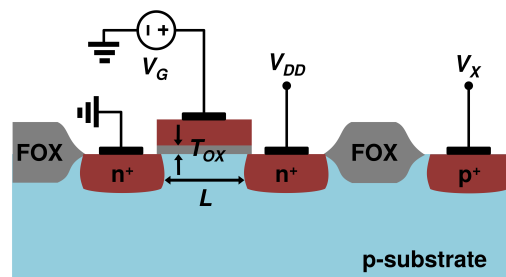
## Dæmablað 6

Skilafrestur 20. október 2016 kl. 15:00

### 1. Kennistærðir MOSFET – MOSFET characteristics (15)

Fyrir þversniðið af NMOS tólinu sem er sýnt hér að neðan, gerum við ráð fyrir rásalengd  $L = 0.5 \mu\text{m}$ , breidd rásar  $W = 50 \mu\text{m}$ , þykkt gáttaroxíðs  $t_{\text{ox}} = 9 \text{ nm}$ , Fermiorkustigi  $\psi_b = 0.4 \text{ V}$ , þröskuldsspennu við enga álagða spennu  $V_{\text{Th0}} = 0.7 \text{ V}$ , íbótarþéttleika undirlags  $9 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ , og hlutfallslegum rafsvörunarstuðli Si sem 11.8 og fyrir  $\text{SiO}_2$  3.9 og hreyfanleika  $\mu = 350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ .

- Reikna þröskuldsspennuna þegar  $V_X = 0.5 \text{ V}$ ,  $V_{\text{DD}} = 5 \text{ V}$ , og  $V_G = 2 \text{ V}$ .
- Haldið áfram með (a) og reikniðs svelgstrauminn  $I_D$ .
- Endurtakið (b) með  $V_X = 0 \text{ V}$ .
- Gerum ráð fyrir að  $V_X$  megi breyta á meðan öðrum spennugildum er haldið föstum. Reikna við hvaða spennu  $V_X$  veldur því að tólið er cut off.



Consider the cross-section of an NMOS device shown below. Assume the channel length  $L = 0.5 \mu\text{m}$ , the channel width  $W = 50 \mu\text{m}$ , the gate oxide thickness  $t_{\text{ox}} = 9 \text{ nm}$ , the Fermi level  $\psi_b = 0.4 \text{ V}$ , the zero-bias threshold voltage  $V_{\text{Th0}} = 0.7 \text{ V}$ , the substrate doping concentration  $9 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ , and the relative permittivity of Si is 11.8 and of  $\text{SiO}_2$  3.9, respectively. Assume a mobility of  $\mu = 350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ .

(a) Calculate the threshold voltage when  $V_X = 0.5 \text{ V}$ ,  $V_{\text{DD}} = 5 \text{ V}$ , and  $V_G = 2 \text{ V}$ .

(b) Continuing from (a) calculate the drain current  $I_D$ .

(c) Repeat (b) with  $V_X = 0 \text{ V}$ .

(d) Now, suppose  $V_X$  can be varied while other voltage biases are fixed. Calculate the value of  $V_X$  that causes the device to cut off.

(Próf desember 2014)

## 2. Ohmsk skeyti - snertiviðnám (10)

Snertiviðnámi ohmskra skeyta, sem eru mikið íbætt og smug er ráðandi leiðniferli, er lýst með jöfnunni

$$\rho_c = \rho_{\text{co}} \exp\left(\frac{\phi_b C_1}{\sqrt{N_d}}\right)$$

þar sem  $C_1 \approx 6.9 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3/2} \text{ eV}^{-1}$  fyrir kísil. Ef  $\phi_b = 0.6 \text{ eV}$  og  $\rho_{\text{co}} = 1.0 \times 10^{-7} \Omega \text{ cm}^2$  fyrir snertu áls á kísil. Hversu mikið fellur snertiviðnámið ef íbótin er aukin frá  $1 \times 10^{19}$  til  $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  ?

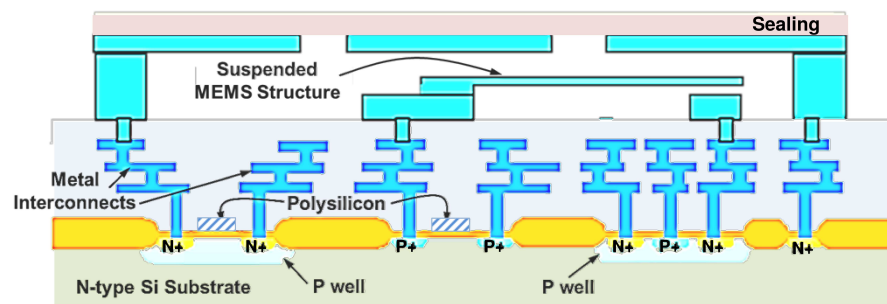
## 3. Þröskuldsspenna MOS tvists (10)

Teikna skal þröskuldsspennu MOS tvists sem fall af íbótarþéttleika á bilinu  $10^{14}$ – $10^{19} \text{ cm}^{-3}$  fyrir bæði n- og p-leiðandi undirlag. Gera skal ráð fyrir  $\phi_{\text{ms}} = -0.92 \text{ V}$  fyrir n-efnið,  $Q_{\text{it}} = 10^{11} q \text{ C/cm}^2$  og þykkt oxíðs  $d = 200 \text{ \AA}$ . Athugið að  $\phi_{\text{ms}}$  þarf að reikna út frá breytingu í  $E_F$  fyrir p-leiðandi efnið.

#### 4. Device Cross-Sections/Symbols (10)

Skóðið þversniðið af MEMS-smára smárasinni hér að neðan. Merkið smárana (þ.e. tveir MOS og einn tvískeyttur smári) og teiknið inn á myndina tákni fyrir sérhvern smára á viðeigandi stöðum., þ.e. örin í táknuinu yfir rétta svæðið o.s.frv.

Consider the merged MEMS-transistor integrated circuit cross-section shown below. Identify the transistors (i.e., two MOS and one bipolar transistor) and draw the corresponding symbols for each of the transistors on top of the figure in the appropriate positions, i.e., with the “arrow part” of the symbol over the right region, etc.



(Próf desember 2014)