

תרגיל 5

$$W_m = 2 \sqrt{\frac{\epsilon_s k T \ln\left(\frac{N_A}{n_i}\right)}{q^2 N_A}} \quad (א) \text{ רוחב אזור המחסור המקסימלי}$$

$$= 2 \sqrt{\frac{11.9 \times 8.85 \times 10^{-14} \times 0.026 \ln\left(\frac{5 \times 10^{16}}{9.65 \times 10^9}\right)}{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{16}}} = 1.5 \times 10^{-5} \text{ cm} = 0.15 \mu \text{ m.}$$

(ב) הקיבול המינמלי על עקומת המתח-קיבול

$$C_{\min} = \frac{\epsilon_{ox}}{d + (\epsilon_{ox}/\epsilon_s)W_m}$$

לפי הסעיף הקודם: $W_m = 0.15 \mu \text{m}$ ומכאן:

$$\therefore C_{\min} = \frac{3.9 \times 8.85 \times 10^{-14}}{8 \times 10^{-7} + \frac{3.9}{11.9} \times 1.5 \times 10^{-5}} = 6.03 \times 10^{-8} \text{ F/cm}^2.$$

(ג) המתח הנדרש ואת השדה החשמלי הנדרש להפוך את פני השטח של הסיליקון אינטרינזי

$$\psi_B = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_A}{n_i} = 0.026 \ln \frac{5 \times 10^{16}}{9.65 \times 10^9} = 0.4 \text{ V}$$

במקרה האינטרינזי $\psi_s = \psi_B$ מתקיים $E_s = \frac{qN_A W}{\epsilon_s}$

$$W = \sqrt{\frac{2\epsilon_s \psi_s}{qN_A}} = \sqrt{\frac{2 \times 11.9 \times 8.85 \times 10^{-14} \times 0.4}{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{16}}} = 1.03 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

$$E_s = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{16} \times 1.03 \times 10^{-5}}{11.9 \times 8.85 \times 10^{-14}} = 0.78 \times 10^5$$

$$E_o = E_s \frac{\epsilon_s}{\epsilon_{ox}} = 0.78 \times 10^5 \times \frac{11.9}{3.9} = 2.38 \times 10^5 \text{ V/cm}$$

$$V = V_o + \psi_s = E_o d + \psi_s = (2.38 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-7}) + 0.4 = 0.59 \text{ V.}$$

(ד) המתח הנדרש ואת השדה החשמלי הנדרשים להיפוך חזק

בהיפוך חזק מתקיים: $V_G = V_T \Rightarrow \psi_s = 2\psi_B$

$$V_G = \frac{qN_A W_m}{C_o} + 2\psi_B \quad \text{מכיון ש-}$$

ומהסעיפים הקודמים חשבנו $\psi_B = 0.4 \text{ V}$, $W_m = 0.15 \mu \text{m}$ הקיבול הוא

$$C_o = \frac{3.9 \times 8.85 \times 10^{-14}}{8 \times 10^{-7}} = 4.31 \times 10^{-7} \text{ F/cm}^2$$

$$\therefore V_G = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{16} \times 1.5 \times 10^{-5}}{4.31 \times 10^{-7}} + 0.8 = 0.28 + 0.8 = 1.08 \text{ V.}$$

