

集積回路設計技術・次世代集積回路工学特論 平成27年度 レポート題（松田）

(1) 以下のMOSFETの閾値電圧 V_T を基板電圧 $V_{SB}=0V$ で求めよ。また、 V_{SB} を0Vから2V迄変化させるとどのように V_T が変化するか示せ。温度は室温（絶対温度 $T=300\text{ K}$ ）とする。

$$V_T = V_{FB} + \phi_0 + \gamma \sqrt{\phi_0 + V_{SB}}, \quad \phi_0 = 2\phi_F + \Delta\phi \quad (\Delta\phi \cong 6\phi_t)$$

MOSFET

n⁺ゲートフェルミ電位： $\phi_F = -0.55\text{ V}$

p基板アクセプタ密度： $N_A = 2 \times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$

界面電荷密度： $Q'_o = (1.6 \times 10^{-19}) \times (3 \times 10^{10})\text{ C/cm}^2$

ゲート酸化膜厚： $t_{ox} = 8\text{ nm}$

微細効果の影響なし

定数

ボルツマン定数： $k = 1.38 \times 10^{-23}\text{ J/K}$

素電荷密度： $q = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$

Siの真性キャリア密度（室温）： $n_i = 1.45 \times 10^{10}\text{ cm}^{-3}$

酸化膜の誘電率： $\epsilon_{ox} = 3.84 \times 8.854 \times 10^{-14}\text{ F/cm}$

Siの誘電率： $\epsilon_s = 11.7 \times 8.854 \times 10^{-14}\text{ F/cm}$

(2) MOSFETのドレイン電流の飽和特性について説明せよ。

- 飽和電圧は何によって決まるか？
- MOSFETが微細になると飽和特性はどのようなようになるか？

(3) MOSFETのゲート～ソース間容量 C_{gs} が次式で表されることを示せ。

$$C_{gs} = -\left. \frac{\partial Q_G}{\partial V_S} \right|_{V_G, V_D, V_B} = C_{ox} \frac{2(1+2\eta)}{3(1+\eta)^2} \quad \eta = \begin{cases} 1 - \frac{V_{DS}}{V'_{DS}}, & V_{DS} \leq V'_{DS} \\ 0, & V_{DS} > V'_{DS} \end{cases} \quad V'_{DS} = \frac{V_{GS} - V_T}{\alpha}$$

$$Q_G = WLC'_{ox} \left[\frac{V_{GS} - V_T}{\alpha} \left(\alpha - 1 + \frac{2}{3} \frac{1 + \eta + \eta^2}{1 + \eta} \right) + \gamma \sqrt{\phi_0 + V_{SB}} \right] - Q_o$$

仮定

$$\alpha \Rightarrow \alpha_1 = 1 + \frac{\gamma}{2\sqrt{\phi_0 + V_{SB}}} = 1 + \frac{dV_T}{dV_{SB}}$$

α_1 の V_S と V_B の微分は無視 (α_1 : 定数):

(V_{SB} が大きく V_{DS} が小さい場合、近似が良い。)

- レポート提出期限
2015年7月31日(金)
- 提出場所
3号館1F電気電子 事務局