

I Calcul théorique de la tension de seuil V_T du MOS

Notations

- W_G et W_{Si} travaux de sortie de grille et du Si respectivement.
- $\phi_{ms} = \frac{W_G - W_{Si}}{q}$ équivalent tension de la différence de travaux de sortie
- ϕ_{dep} : tension supportée par la zone dépeuplée d'épaisseur $W_{dep\ max}$
- ΔV_{OX} : tension supportée par l'oxyde de grille au seuil.
- Q_{SS} : charge en C/cm^2 dans l'oxyde (charge négative dans le canal)
- $N_{SS} = \frac{Q_{SS}}{q}$ équivalent en atomes/cm²
- e_{OX} = épaisseur de l'oxyde de grille
- $C_{OX} = \epsilon_{OX}/e_{OX}$ Capacité de l'oxyde de grille par unité de surface
- tension de seuil $V_T = V_{Tid} + V_{FB}$ doit être > 0 dans le NMOS.
- V_{FB} : tension de bande plate négative

$$V_{FB} = \frac{W_G - W_{Si}}{q} - \frac{Q_{SS}}{C_{OX}} < 0$$

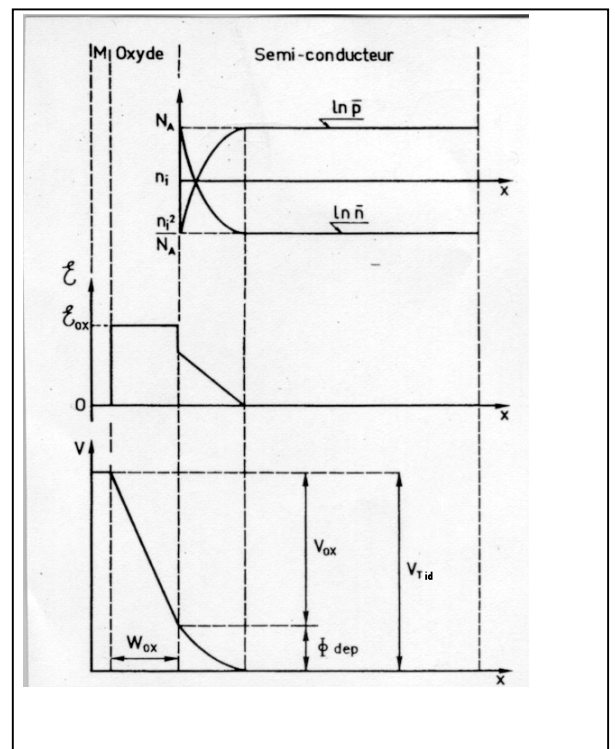
Cas idéal

$$\phi_{ms}=0 \text{ et } Q_{SS}=0$$

$$V_{Tid} = \Delta V_{OX} + \Phi_{dep} > 0 \text{ dans NMOS}$$

$$\Phi_{dep} = 2U_T \ln \frac{N_A}{n_i}$$

$$\Delta V_{OX} = \frac{e_{OX}}{\epsilon_{OX}} \sqrt{2q\epsilon_{Si} N_A \phi_{dep}}$$



A propos de ϕ_{ms}

L'abaque suivante permet de déterminer la différence de travaux de sortie entre grille et Si selon le type de substrat (N ou P) et en fonction de son dopage et pour diverses natures de grilles (Poly SiN⁺, Poly SiP⁺ ou Al).

Ex : substrat P, $N_A=10^{16}$, Grille N⁺Si_i ⇒ $\phi_{ms} \approx -0,8V$

- Données diélectriques

$$\epsilon_{OX}=3,9 \epsilon_0$$

$$\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-14} \text{F/cm}$$

$$\epsilon_{Si}=11,9 \epsilon_0$$

- Données Si à 300°K : densité intrinsèque $n_i=10^{10} \text{cm}^{-3}$

largeur bande interdite $E_g=1,12 \text{eV}$

$$\text{tension thermodynamique } U_T = \frac{kT}{q} = 26 \text{mV}$$

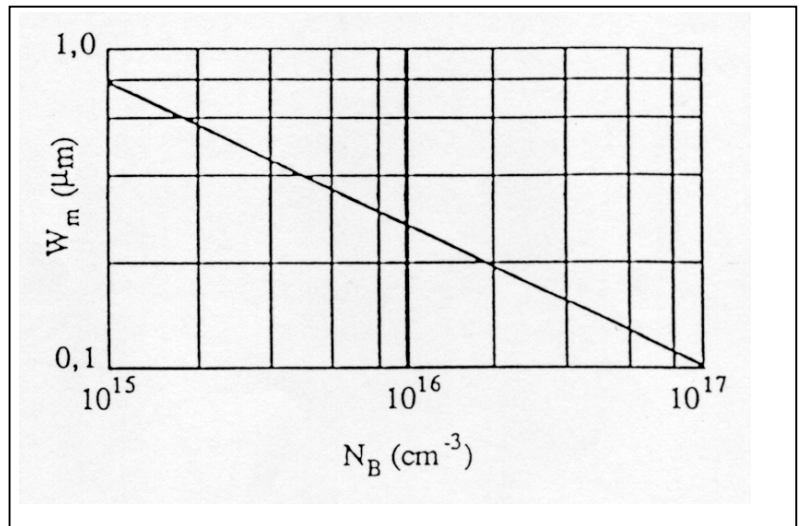
II Capacité MOS (Substrat P, Mesures en haute fréquence (1 MHz))

$$C_{MAX} = C_{OX} = S \frac{\epsilon_o \epsilon_{OX}}{e_{OX}}$$

$$\frac{1}{C_{MIN}} = \frac{1}{C_{OX}} + \frac{1}{C_{dep}}$$

$$C_{dep} = S \frac{\epsilon_o \epsilon_{Si}}{W_{MAX}}$$

$$W_{MAX}^2 + \frac{kT}{q} \frac{4\epsilon_o \epsilon_{Si}}{qN_A} \log\left(\frac{N_A}{n_i}\right)$$



III Transconductance d'un transistor MOS (régime saturé)

$$g_m = \frac{Z}{L} \mu_n \frac{\epsilon_o \epsilon_{OX}}{e_{OX}} (V_G - V_T) \rightarrow Z \frac{\epsilon_o \epsilon_{OX}}{e_{OX}} v_s$$