

BipolartransistorAufg. 3)

a)  $n_p$  ist die Elektronenkonzentration im p-Gebiet

$$\underline{n_p(0)} = \underline{n_{p0}} \cdot \exp\left(\frac{-e U_{CB}}{kT}\right) \quad \text{für } U_{CB} < 0$$

ist Gleichgewichtswert der Elektronenkonzentration im p-Gebiet

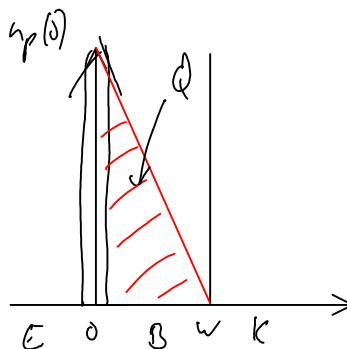
$$n_{p0} = \frac{n_i^2}{N_A} \quad p_{p0} = \frac{n_i^2}{N_D}$$

$n_i$  ... intrinsische Ladungsträgerdichte

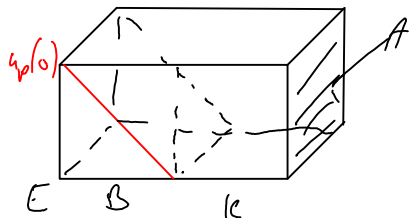
lijüchten

b)  $n_p(x) = n_{p0} \cdot \exp\left(\frac{-e U_{CB}}{kT}\right) \approx 0$

Absaugung:



c)  $Q = A \cdot e \cdot \frac{n_p(0) \cdot w}{2}$



d)  $C_{ed}$ : Diffusionskapazität

$$|I_e| = A \cdot e \cdot D_n \frac{n_p(0)}{l}$$

$$Q = A \cdot e \cdot \frac{n_p(0) \cdot w}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{|I_e|} = \frac{w^2}{2 \cdot D_n}$$

## Aufgabe 4

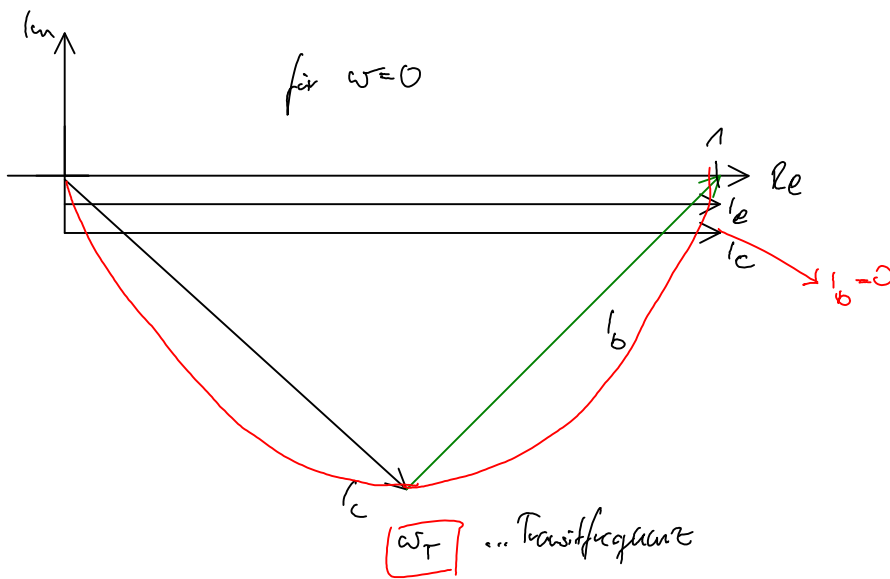
$$a) \quad \tilde{c}_B = \frac{Q}{|E|} = \frac{\omega^2}{2 \cdot D_u}$$

$\boxed{Q} \Leftrightarrow \begin{matrix} \leftarrow \text{Bild eines Ge- und Eintrahen} \\ |E| \end{matrix}$

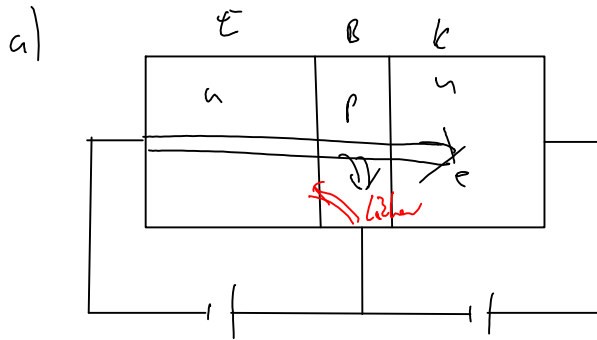
$$\tilde{c}_B \sim \omega^2$$

$$b) \quad \alpha_0 = \frac{l_c}{|E|} < 1$$

$$|E| = l_c + l_B \neq 0$$



WS06/07



b)  $\alpha_E$  ist das Verhältnis des Anteils des Elektronenstroms  $I_{nE}$  zum gesamten Emittierstrom

$\alpha_T$  ist das Verhältnis des Anteils der am Kollektor ankommenden Elektronen zu den vom Emittier in die Basis injizierten Elektronen

$$\alpha_E = \frac{D_p \cdot w \cdot N_A^B}{D_n \cdot L_p \cdot N_D^E}$$

$$\alpha_T = 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{w}{L_n} \right)^2$$

für  $w \downarrow \Rightarrow \alpha_T \uparrow$

$\alpha_E \uparrow$

für  $\frac{N_A^B}{N_D^E} \downarrow \Rightarrow \alpha_E \uparrow$

c)  $\alpha_0 = \alpha_E \cdot \alpha_T$

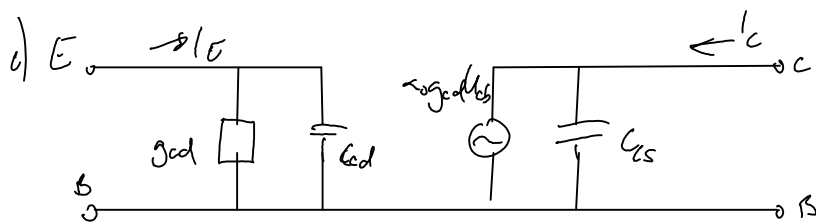
$$= 0,999 \cdot 0,99$$

$$= 0,99$$

$$\beta_0 = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} = \frac{0,99}{1 - 0,99} = 99$$

a) 
$$H(\omega) = \frac{A_0}{1 + \frac{j\omega}{\omega_p}} \quad \text{mit } \omega_p = \frac{\omega_0}{(1+A_0)}$$

$$|H(\omega_p)| = \frac{A_0}{\sqrt{2}}$$



f) 
$$g_{cd} = \frac{1}{U_T} = \frac{I_c}{U_T} = 0,45$$

$$C_{cd} = g_{cd} \tau_B$$

$$\tau_B = \frac{w^2}{2 \cdot D_n} = \frac{(1 \mu\text{m})^2}{2 \cdot D_n}$$

$$D_n = \mu_n U_T$$

$$= \frac{(1 \mu\text{m})^2}{2 \cdot \mu_n U_T} = \frac{(1 \mu\text{m})^2}{2 \cdot 400 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot 25 \text{ mV}} = 0,5 \times 10^{-9} \text{ s}$$

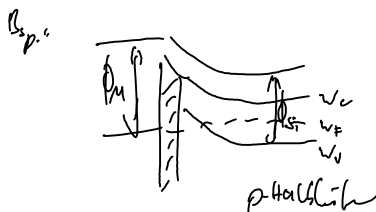
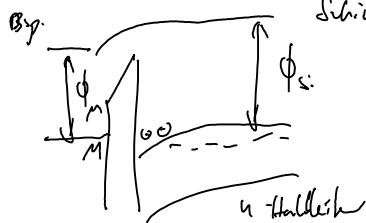
$$g_{cd} = 0,4 \text{ S}$$

$$C_{cd} = 2 \times 10^{-10} \text{ F}$$

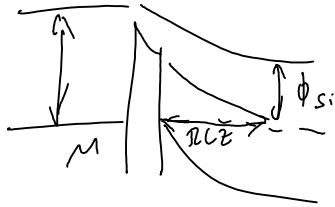
Seminaraufgaben zum MOS-Varaktor

Aufgabe 1

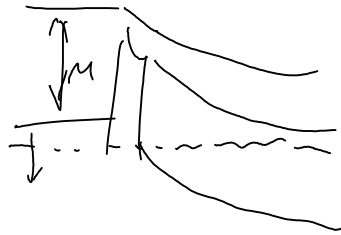
a) Akkumulation: an der Grenzfläche zum Oxide bildet sich eine Schicht mit absteigender Majoritätsladungsträgerdichte



Warnung: Raumladungszone



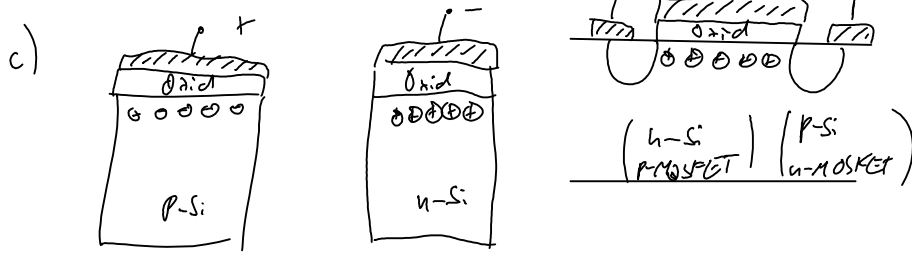
Inversion: an der Grenzfläche kann Oxid bildet sich eine dünne Schicht mit Minoritätsladungsträger



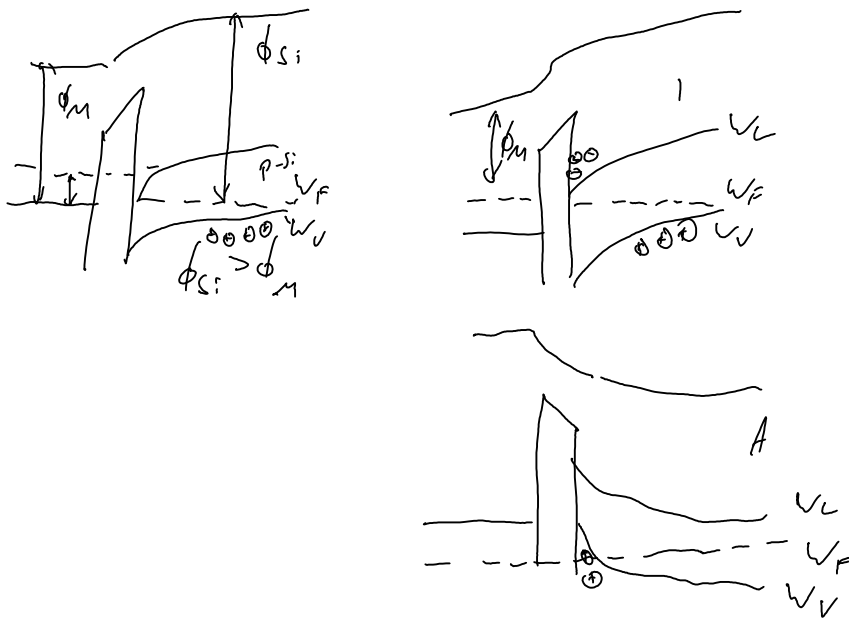
MOS-Transistor

Aufgabe 2

- a) hohe Frequenz (2)
- b) Inversion um Minicritären braucht Zeit
  - A: Akkumulation
  - B: Verarmung
  - C: Inversion



c) bei  $U_G = 0$  = Verarmung

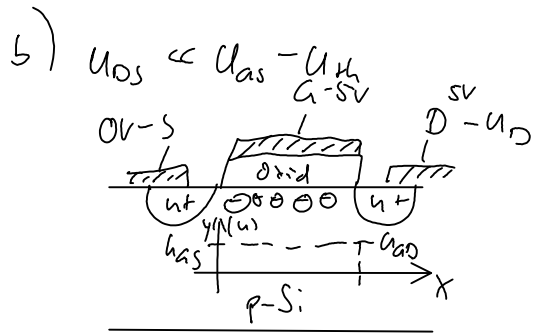


MOSFET

Aufgabe 3

a)  $I_D, U_{GS} > 0 \Rightarrow n$  Kanal

$I_D$  nimmt zu mit  $U_{GS}$   
 $\rightarrow$  Anreicherungsstyp



$U_D > 0$   
 $\Rightarrow U_{GS} > U_{GD}$

c)  $I_D \sim U_{DS}$

d)  $d_{ox}$  möglichst klein  
 $C_{ox}$  möglichst groß

e) an der Drain-Seite  
 $U_{GD} = U_{GS} - U_{DS} < U_{GS}$

f) Abschnügelzone

$U_{DS} = U_{GS} - U_{th}$

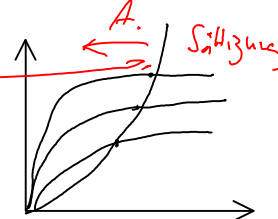
$I_{DS} = I_D$  (Abschnügelzone)

$I_{DS} = \frac{\mu_n}{2} (U_{GS} - U_{th})^2$

$I_D = \mu_n \left[ (U_{GS} - U_{th}) \cdot U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2} \right]$  }  $I_{DS} = I_D$

$I_D = \frac{\mu_n}{2} \cdot U_{DS}^2$

g)



$$h) g_m = \left( \frac{dI_D}{dU_{GS}} \right) \Big|_{U_{DS}}$$

$$i) U_{GS} = 5V$$

$$U_{DS} = 6V$$

$$g_m = \frac{dI_D}{dU_{GS}} \Big|_{U_{DS}=6V} = \frac{I_{D1} - I_{D2}}{U_{GS1} - U_{GS2}} = \frac{44\mu A - 16\mu A}{(6-4)V} = \frac{28\mu A}{2V} = 14\mu S$$

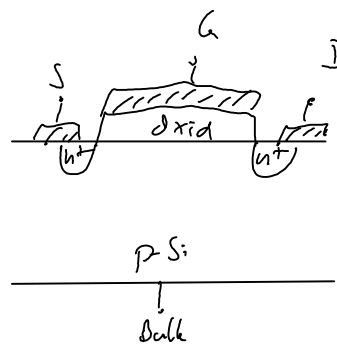
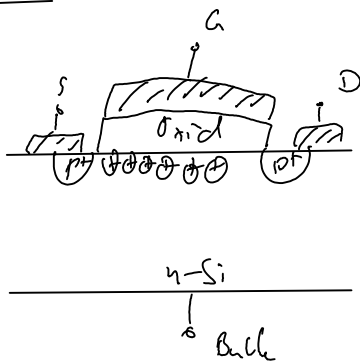
$$I_{D1} = 44\mu A \quad (U_{DS} = 6V, U_{GS} = 6V)$$

$$I_{D2} = 16\mu A \quad (U_{DS} = 6V, U_{GS} = 4V)$$

Frühjahr 07

Aufgabe 3

a)



b) Löcher

$$c) U_{DS} = U_{GS} - U_{th} = -4V - (-1V) = -3V$$

d)

$$I_{DS} = \frac{\beta}{2} (U_{GS} - U_{th})^2$$

$$-18\mu A = \frac{\beta}{2} [-4 - (-1)]^2 = \frac{\beta}{2} \cdot 9V^2$$

$$\beta = \underline{\underline{4 \frac{\mu A}{V^2}}}$$

e) im Anlaufbereich

$$I_D = \beta \left[ (U_{GS} - U_{th}) U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2} \right] = -4 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} \left[ (-6+7)(-1) - \frac{(-1)^2}{2} \right] \checkmark$$

$$= -10 \text{ mA}$$

$g_m = \beta \cdot U_{DS}$

Anlauf

$$f) \quad g_m = \beta (U_{GS} - U_{th}) = -4 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} (-6+7) \text{ V} = 10 \text{ mA/V}$$

Sättigung

$$g) \quad \left| \begin{array}{l} U_{GS} = -4 \text{ V} \\ U_{DS} < -3 \text{ V} \text{ abgeschnitten} \end{array} \right.$$

$$\left| \begin{array}{l} U_{GS} = -3 \text{ V} \\ U_{DS} < -2 \text{ V} \text{ abgeschn.} \end{array} \right.$$

$$\left| \begin{array}{l} U_{GS} = -5 \text{ V} \\ U_{DS} < -4 \text{ V} \text{ abgeschnitten} \end{array} \right.$$

aus e)

$$I_D(-4 \text{ V}) = -10 \text{ mA}$$

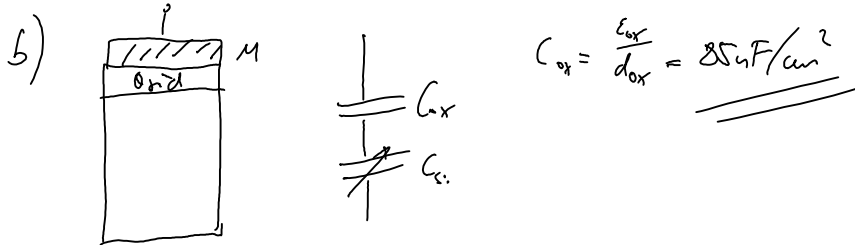
$$I_D(-3 \text{ V}) = -6 \text{ mA}$$

$$I_D(-5 \text{ V}) = -14 \text{ mA}$$

Herbst 06

Aufgabe 2 Mos-Karakter

- a) Flachbandspannung (kein RLB)  
Schwellspannung (Inversionseinstand)



- c)  $C_{in}$  wächst im Inversionseinstand

Aufgabe 3

- b) p-Kanal Anwendung

- c) Liche

d)  $I_D = \beta \left[ (u_{GS} - u_{GS}) \left( u_{GS} - \frac{u_{DS}}{2} \right) \right]$

e)  $g_m = \left( \frac{dI_D}{dU_{GS}} \right)_{U_{DS}} = \frac{-14 - (-21)}{1} = 7 \mu\text{S}$

f)  $g_m = \beta \quad U_{GS} \Rightarrow \beta = \frac{g_m}{u_{GS}} = \frac{7 \mu\text{S}}{2 \text{V}} = \frac{7 \mu\text{A}}{2 \text{V}} = 3,5 \mu\text{A}/\text{V}^2$