NOM Dauphin

Prénom Marius

Promo 2020

Date 09/12/15

I	II	III
10	2	13
12	10	18

DAUPHIN Marius
L1 - 2015

12,50

MATIÈRE de l'Atome à la puce.

$\frac{25}{40} \rightarrow \frac{12,5}{20}$

Exercice 1.

a. Le dopage est le fait de rajouter des impureté dans un semi conducteur en "inserant" des atomes avec plus ou moins d'electrons que celui formant le semi conducteur. Il y donc deux types de dopage: dopage n ou dopage p. Il permet de rendre un semi conducteur plus conducteur que ce qu'il est d'origine.

2

b. Après dopage un semi conducteur est extrinsèque car non dopé il est intrinsèques

1

c. Le dopage n est un dopage negatif on ajoute donc des ~~atomes~~ avec plus d'electrons.

Un element qui permet de dopé n est donc un ~~element~~ avec plus d'electrons de valence: l'Arsenic permet donc un dopage n.

2

d. Calcul de la concentration Nd à introduire dans le silicium pour obtenir une conductivité de 150 S.m⁻¹.

$$\sigma = e(n\mu_e + p\mu_p)$$

on effectue un dopage n donc $p\mu_p$ est négligeable!)

on a donc: $\sigma = e(N_d\mu_e)$

$$N_d = \frac{\sigma}{e\mu_e}$$

$n = n_i \times N_D = N_D$

2 AN: $N_d = \frac{150}{1,6.10^{-19} \times 0,14} = \frac{150}{0,224}.10^{19} \simeq \frac{150}{230}.10^{22} \simeq 0,6.10^{22}$

unité?

1ère hypothèse

e. Calcul de n_i : ~~pour 10² 150 Ω.cm~~

$$\sigma = e(n\mu_n + p\mu_p) \qquad n = n_i = p.$$

$$\sigma = e n_i(\mu_n + \mu_p)$$

$$n_i = \frac{\sigma}{e(\mu_n+\mu_p)}$$

AN: $n_i = \dfrac{2{,}5.10^{-4}}{1{,}6.10^{-19}(0{,}04+0{,}14)}$

$$n_i = \frac{2{,}5.10^{-4}}{1{,}6.10^{-19}(0{,}18)}$$

$$n_i = \frac{2{,}5}{288}.10^{18}$$

$n_i \simeq 0{,}1.10^{18}$ $\quad n_i << N_D$

0,5

unité !

2ème hypothèse :

$$\sigma = (e(n\mu_n + p\mu_p))$$

$$n = \frac{\sigma}{e(\mu_n+p\mu_p)}$$

$$n = \frac{150}{1{,}6.10^{-19}(0{,}18)}$$

$$n : \frac{150}{290}.10^{22} \simeq 0{,}6.10^{22}$$

donc $p\mu_p$ est négligeable car le calcul ne varie pas.

~~$n_i = \frac{155}{288} 10^{22}$~~

$p\mu_p$ est donc négligeable.

f. Calcul de la variation du taux d'énergie du niveau de fermi (E_F)

silicium intrinsèque: $n = N_c \exp(-(E_c - E_{Fi})/kT)$

Extrinsèque: $N_d = N_c \exp(-(E_c - E_{Fn})/kT)$

$$\frac{N_d}{n} = \frac{N_c}{N_c} \exp\left(\frac{-E_c+E_{Fn}+E_c-E_{Fi}}{kT}\right)$$

$$\frac{N_d}{n} = \exp\left(\frac{E_{Fn}-E_{Fi}}{kT}\right) \quad ; \quad \ln\left(\frac{N_d}{n}\right) = \frac{E_{Fn}-E_{Fi}}{kT}$$

$$E_{Fn}-E_{Fi} = kT \ln\left(\frac{N_d}{N_i}\right)$$

$$E_{Fn}-E_{Fi} = 1{,}38.10^{-23} \times 300 \times \ln\left(\frac{0{,}6.10^{4}}{0{,}1}\right)$$

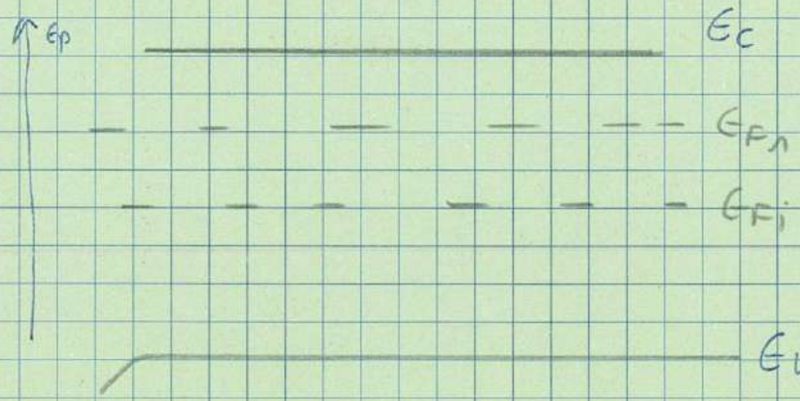
$$E_{Fn}-E_{Fi} = 423.10^{-23}.(\ln 6.10^{4}) > 0$$

2,5

donc $E_{Fn} > E_{Fi}$

et le calcul exact ?

Schéma d'energie.



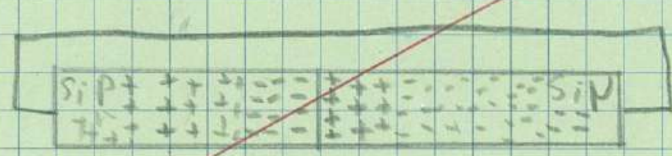
Exercice 2 :

a. Les electrons diffusent dans le sens inverse du courant soit ~~de la~~ borne ⊖ vers la borne ⊕ et les trous diffusent dans le sens du courant : de la borne ⊕ vers la borne ⊖

b. $\vec{v_e} = -\mu_e \vec{E}$ et $\vec{v_p} = +\mu_p \vec{E}$: Les electrons derivent de la borne ⊕ vers la borne ⊖ et les trous derivent de la borne ⊖ vers la borne ⊕.

Donc ?

c.



Pour ce schéma ci dessus : les ⊕ representent les porteurs de charge P
les ⊖ representent les porteurs de charge n

d. Soit $V_0 = -\int_{x_p}^{x_n} E(x)\,dx$ champs uniforme donc : $V_0 = E.U$.

$$V_0 = \frac{kT}{q}\frac{dp}{p(x)} \times U.$$

? avec $U = \frac{N_D N_A}{n_i^2}$

$$V_0 = \frac{kT}{q}\ln\frac{N_D N_A}{n_i^2}$$

e. Application numerique:

(prenons $q = +e$)

$$V_0 = + \frac{kT}{q} \ln \frac{N_D N_A}{n_i^2}$$

$$V_0 = \frac{1,38.10^{-23} \times 300}{1,6.10^{-19}} \ln \left(\frac{(10^{16})^2}{(10^{10})^2} \right)$$

$$V_0 = \frac{414.10^{-23}}{1,6.10^{-19}} \ln \left(\frac{(10^{16})^2}{(10^{10})^2} \right)$$

$$V_0 = 2,60\,10^{-2} \ln \frac{(10^{16})^2}{(10^{10})^2}$$

$$V_0 = 2,60.10^{-2} \ln \frac{10^{32}}{10^{20}}$$

1,5 ⊖

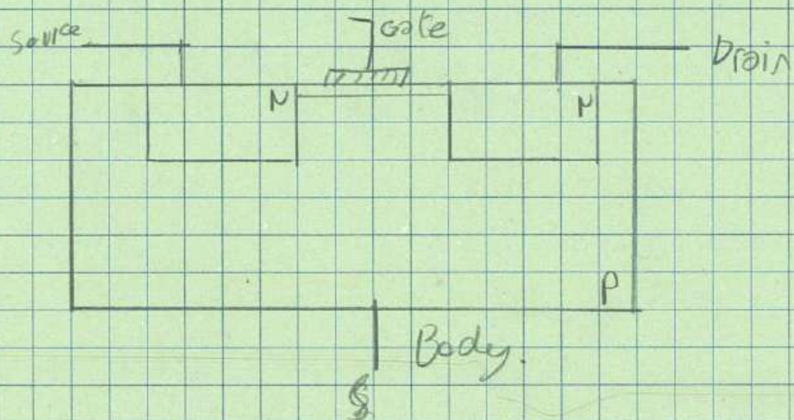
$$V_0 = 2,60.10^{-2} \ln 10^{12}$$

$$V_0 = 12 \times 2,60.10^{-2} \ln 10$$

$$V_0 = 31,2.10^{-2} \ln 10.$$

Exercice 3:

a. Representation schematique d'un nmos:

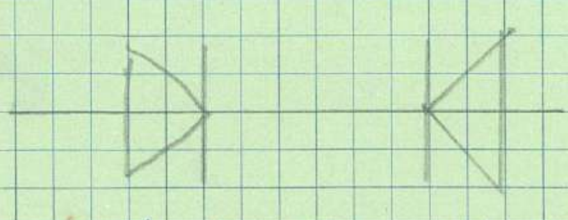


X

1 b. MOSFET: Metal oxyde semi-conductor field effect ~~control~~ transistor.

c. c1. * Si

X



Si Body, Source ~~et drain~~, et Gate sont au même potentiel 4/7
rien ne se passe car les electrons n ne peuvent pas se deplacer

NOM Dauphin

Prénom Marius

Promo 2020

Date 09/12/15.

MATIÈRE De l'atome à la puce.

c1 (suite) : pour atteindre le drain. Il n'y aura donc aucun courant entre la source et le Drain.

1

*. Si $V_G > 0$, le courant sera donc passant car les électrons pourront se déplacer de la source au drain dans un Nmos.

Le courant circule de la source vers le Drain (du + vers le moins).

*.

Nmos	Etat
$V_G > 0$	Passant.
$V_G = 0$	Bloquant
$V_G < 0$	Bloquant

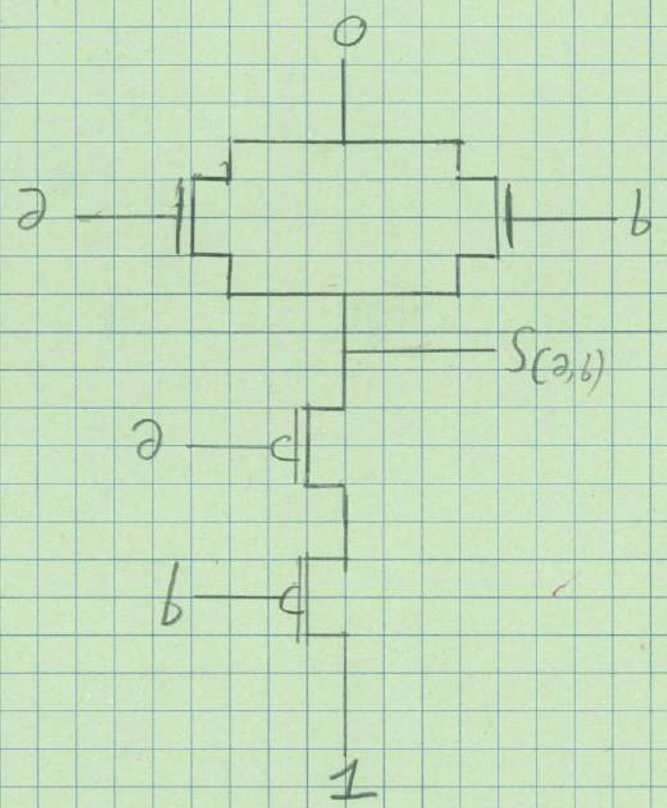
2

c2 :

PMos	Etat
$V_G > 0$	Bloquant.
$V_G = 0$	Bloquant
$V_G < 0$	Passant

2

C3. Schéma électrique de la porte NOR:



3

d. Table de vérité de la porte Nor:

1

a	b	$\overline{a+b}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

e. Lorsque les valeurs de a et b sont respectivement 0 et 0 ~~des~~ les capteurs PMOS laisse passer l'électricité la sortie est donc relié à 1 et les nmos ne le font pas.

4

Pour ce qui est des autres valeurs de a et b les PMOS vont forcement empecher le courant de prendre la valeur 1 car ils sont dispositioné de facon $\bar{a}.\bar{b}$ alors que les nmos vont laisser passer le courant dans tous les cas: en effet ils sont disposit one de façon: $a + b$.

Ceci est l'explication electrique de la table de verité de la porte NOR.