

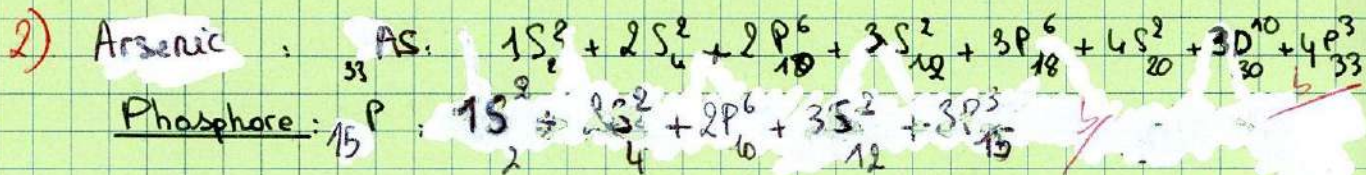
BLOQUET  
Romain

PL1  
2013

Dopage et resistence.

1) Pour obtenir une conductivite de porteurs negatif il faut faire un Dopage de type N, car les porteurs majoritaires sont les electrons; Pour ce faire on utilise des Atomes de type Donneur appartenant a la colonne V du tableau de classification periodique.

1,5  
1,5



Arsenic a pour couche externe N et a 5 electrons de Valence. soit un de plus que le silicium et est donc dans la colonne V.

2  
2

le Phosphore a pour couche externe M et a 5 electrons de Valence, soit un de plus que le silicium, il est donc dans la colonne V.

3)  $\sqrt{N} = e \cdot \mu_n \cdot n$  comme le silicium est dope N  
 $n \approx N_D$

$N_D = \frac{\sqrt{N}}{e \cdot \mu_n}$

$N_D = \frac{960}{0,16 \cdot 10^{-18} \times 0,15} = \frac{960}{16 \cdot 10^{-20} \times 1,5 \cdot 10^{-2}} = \frac{960 \cdot 10^{24}}{24} = 40 \cdot 10^{22}$

2  
2

4) Les porteurs majoritaires dans ce Si dope sont les electrons ( $e^-$ )  
 $n_i \ll N_D$  donc  $n \approx n_i + N_D \approx N_D$

1  
1

5) Les porteurs minoritaires sont les trous ( $h^+$ ).  $p = \frac{n_i^2}{N_D}$   
 $p = \frac{(12 \cdot 10^{15})^2}{40 \cdot 10^{22}} = \frac{144 \cdot 10^{30}}{40 \cdot 10^{22}}$

2  
2

$$p = \frac{144 \cdot 10^3}{40}$$

$$p \approx 3,501 \cdot 10^9 \text{ th}$$

b) Le niveau de Fermi d'est déplacé vers le haut au dessus de la bande de Conduction

$$n = N_c \cdot \exp\left(\frac{E_f - E_c}{KT}\right) \rightarrow n_i = N_c \cdot \exp\left(\frac{E_{fi} - E_c}{KT}\right)$$

$$\rightarrow N_D = N_c \cdot \exp\left(\frac{E_{fn} - E_c}{KT}\right)$$

$$\frac{n_i}{N_D} = \exp\left(\frac{E_{fi} - E_{fn}}{KT}\right)$$

$$E_{fi} - E_{fn} = -KT \ln\left(\frac{n_i}{N_D}\right) \text{ en Joules}$$

$$\Delta E = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_D}{n_i} \text{ en eV}$$

$$E_{fi} - E_{fn} = 0,026 \ln\left(\frac{12 \cdot 10^{15}}{40 \cdot 10^{21}}\right)$$

$$\approx 26 \times -1,2 \cdot 10^{-6} \text{ NON}$$

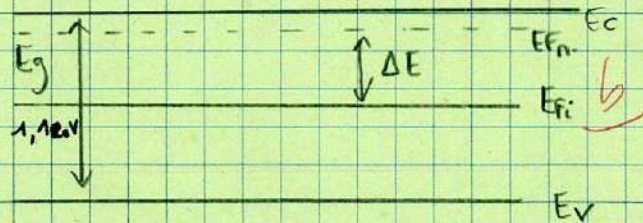
$$\approx 31,2 \cdot 10^{-9} \text{ eV. NON}$$

$$0,026 \left[ \ln \frac{10}{3} + 6 \ln 10 \right] = 0,38 \text{ eV}$$

$$= 26 \ln\left(\frac{12}{40}\right) + 6 \times \ln(10)$$

$$\approx 26 \times 1,2 + -6 \times 2,3$$

2



Bande de Valence

$$7) R_N = \frac{1}{\sqrt{\pi A}} \times \frac{L}{\pi r^2}$$

$$R_N = \frac{1}{360} \times \frac{40 \cdot 10^{-3}}{\pi \times (2 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$= \frac{1}{360} \times \frac{40 \cdot 10^{-3}}{3,14 \times 4 \cdot 10^{-6}} \approx \frac{10}{1000} \frac{10^3}{\pi} \approx \frac{10}{\pi} \approx 3,32$$

$$= \frac{40 \cdot 10^3}{120576}$$

$$\approx 0,32 \text{ NON}$$

2  
2,5

1).  $C = \frac{K_{ox} \times \epsilon_0}{T_{ox}} \times L \times w.$  b

$$= \frac{3,3 \times 8,85 \cdot 10^{-12}}{1 \cdot 10^{-9}} \times 20 \cdot 10^{-9} \times 40 \cdot 10^{-9}.$$

$$= \frac{3,9 \times 8,85 \times 20 \times 40 \times 10^{-30}}{1 \cdot 10^{-9}}$$

$$= 36,515 \cdot 10^{-21} \times 800$$

$$= 27612 \cdot 10^{-21}$$

$$\approx 27,612 \cdot 10^{-18} \text{ Farad.}$$
 b

$\frac{2}{2}$

2). Le Transistor est en mode passant car  $V_{GS} > V_{TH}$ . b  
 C'est un NMOS donc les porteurs libres du canal sont des electrons ( $e^-$ ). comme il est en mode passant.

$\frac{2}{2}$

$V_{DS} < V_{DSAT}$   
 $V_{DS} < V_{GS} - V_{TH}$  il est donc en régime quadratique. b

3).  $Q = C \times (V_{GS} - V_{TH}).$  b

$$= 27,612 \cdot 10^{-18} \times 0,8.$$

$$= 22,0896 \cdot 10^{-18} \text{ Coulomb.}$$
 b

$\frac{2}{2}$

4).  $n = \frac{Q}{q}$  (ou) nombre!!!

$$= \frac{22,0896 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$\approx \frac{22}{0,16} \text{ ou } \frac{m^e \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}}{777} \approx 138 e^- \text{ dans le canal}$$

$\frac{1}{2}$

5). Porte logique CMOS.

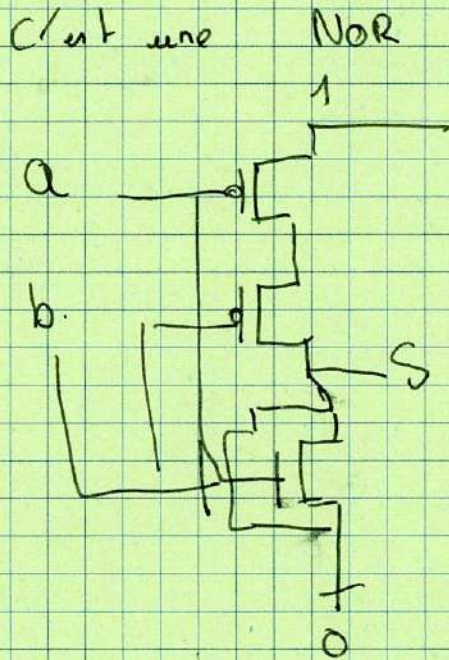
1)

a	b	c	$B_{pab}$	$B_{pabc}$	$B_{Nab}$	$B_{Nabc}$	$R_N$	$R_p$	S
0	0	0	F	F	0	0	0	<del>F</del> 1	0
0	0	1	F	0	0	0	0	<del>F</del> 1	0
0	1	0	0	<del>0</del> F	0	0	0	<del>F</del> 0	1
0	1	1	0	0	0	<del>F</del> 0	<del>F</del> 0	0	1
1	0	0	0	<del>0</del> F	0	0	0	<del>F</del> 0	1
1	0	1	0	0	0	<del>F</del> 0	<del>F</del> 0	0	0
1	1	0	0	0	F	0	<del>F</del> 1	0	0
1	1	1	0	0	F	F	<del>F</del> 1	0	0

5/3

5

5



NOR

0/2