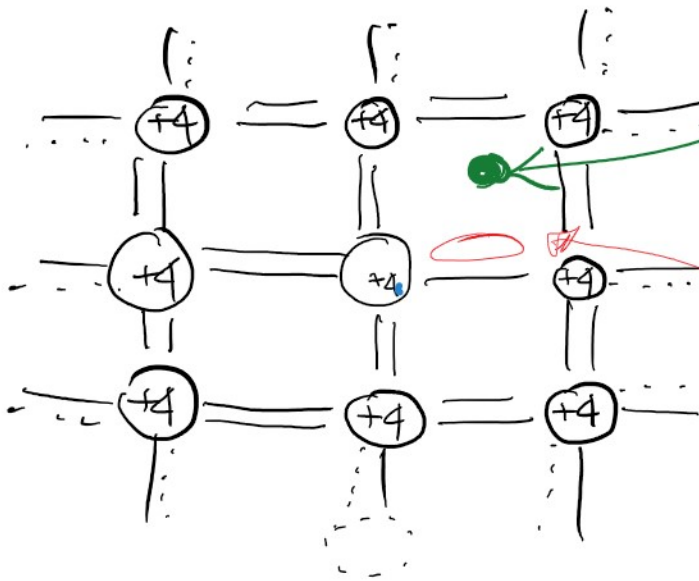


Cenni di Fisica dello Stato Solido

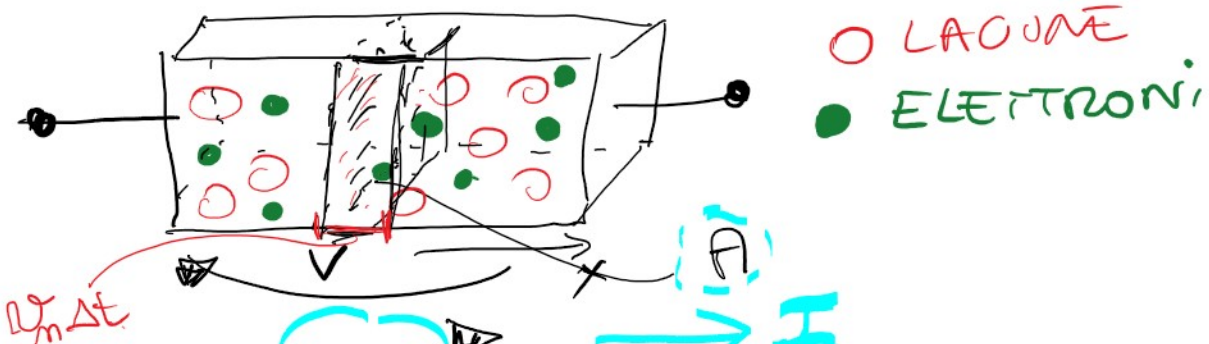
lunedì 16 marzo 2020 10:21



2 TIPI DI PORTATORI

- +q LACUNA ← p
- -q ELETTRONI ← n

$p = n = n_i (\pi)$ CONC. INTRINSECA.
 @ 300K → $n_i = 1.45 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$



$$v_m = -\mu_m E$$
 ↳ MOBILITÀ

@ $T = 300 \text{ K}$ ✓ Si
 $\mu_m = 1400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
 ... - 150 cm^2/Vs

$\mu_n = - \mu_p$ MOBILITÀ $\mu_n = 1400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
 $N_p = + \mu_p E$ $\text{a } T = 300 \text{ K } \mu_p = 450 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
 DRIFT SPEED VELOCITÀ DI DERIVA

$$J_n = -q \Phi_n = -q (n v_n) = -q (n (-\mu_n E))$$

$$= q \mu_n n E = \sigma_n E \quad \sigma_n = q \mu_n n$$

$$J_p = +q \Phi_p = q (p v_p) = q p \mu_p E = \sigma_p E$$

DENSITÀ DI CORRENTE DI DERIVA $\sigma_n = q \mu_n n$

$$J_{TOT} = J_n + J_p = (q \mu_n n + q \mu_p p) E$$

DRIFT CURRENT $J_{TOT} = \sigma E$ CONDUCTIB.

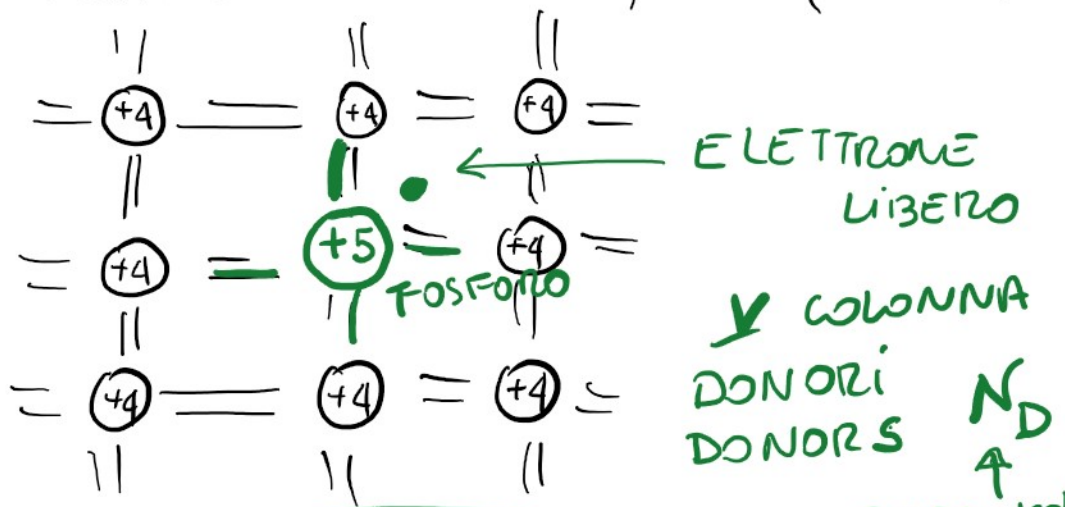
$$\sigma = q \mu_n n + q \mu_p p = 4.4 \cdot 10^{-8} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

$1400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ $450 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
 $n_i = 1.45 \cdot 10^{-3}$

② 300K.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = 2.3 \cdot 10^5 \Omega \text{ cm}$$

SEMICONDUCTORI DROGATI (DOPING).



se $N_D \gg n_i$: $n \approx N_D$
 $13 \dots -3$ $N_D < 10^{-10} \text{ cm}^{-3}$
 conc. volum. atomi donori
 SEMICOND. DROGATO

$10^{13} \text{ cm}^{-3} < N_D < 10^{19} - 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ SEMI COND. DROGATO n

LEGGE DI AZIONE DI MASSA

$G(\tau)$: tasso di generazione

$R(\tau)$: tasso di ricombinazione

$$R(\tau) = n p r(\tau)$$

$$G(\tau) = R(\tau)$$

$$G(\tau) = n p r(\tau)$$

$$n p = \frac{G(\tau)}{r(\tau)} = n_i^2$$

$n p = n_i^2$ $n p$ dipende da τ

$$n p = n_i^2 \quad p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{n_i^2}{N_D} = \frac{10^{20}}{N_D}$$

$N_D = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$
 $p = 100 \text{ lacune cm}^{-3}$

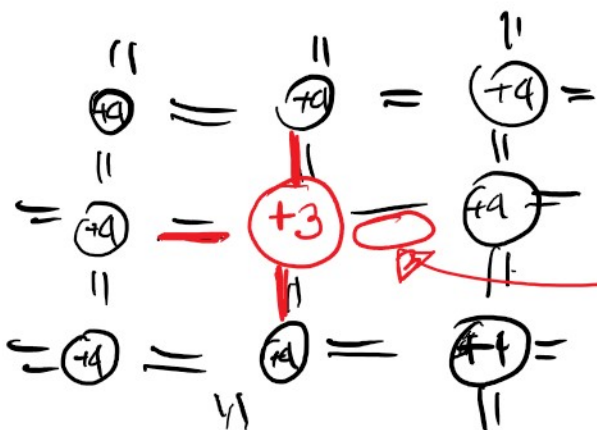
SEMI COND. DROGATO DI TIPO n

$n \approx N_D$ ELETTRONI MAGGIORITARI

$p = \frac{n_i^2}{N_D}$ PORTATORI MINORITARI
LACUNE

$$G_m = q \mu_n n$$

DROGGAGGIO DI TIPO p



LACUNA LIBERA

... ACCETTORE

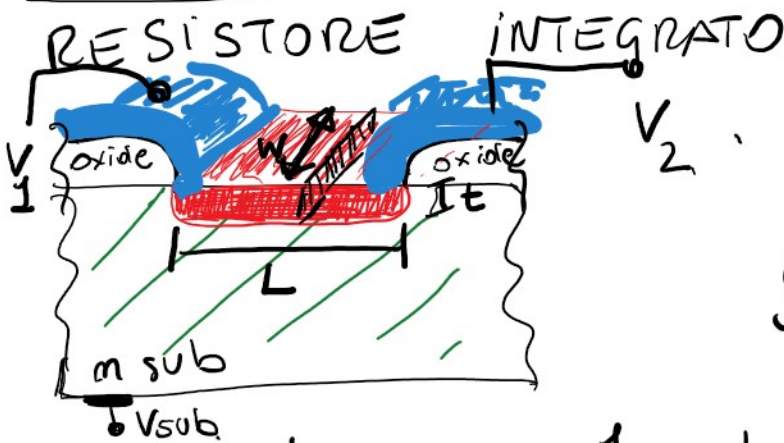
VI II
 ATOMI III COLONNA : ACCETTORE
 $N_A \gg n_i$ $\rho \approx N_A$

per la legge di azione di massa
 $\rho n = n_i^2 \Rightarrow n = \frac{n_i^2}{\rho} = \frac{n_i^2}{N_A}$

LACUNE PORT. MAGGIORITARI
 ELETTONI PORTATORI MINORITARI

$$\sigma_p = q \mu_p \rho$$

WAFER



$$\rho = \frac{1}{q \mu_p \rho} = \frac{1}{q \mu_p N_A}$$

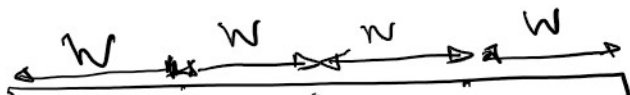
$$R = \frac{L}{W t} \rho = \frac{1}{q \mu_p N_A} \frac{L}{W t}$$

$N_A \cdot t \Rightarrow$ conc. di atomi per unita' di area

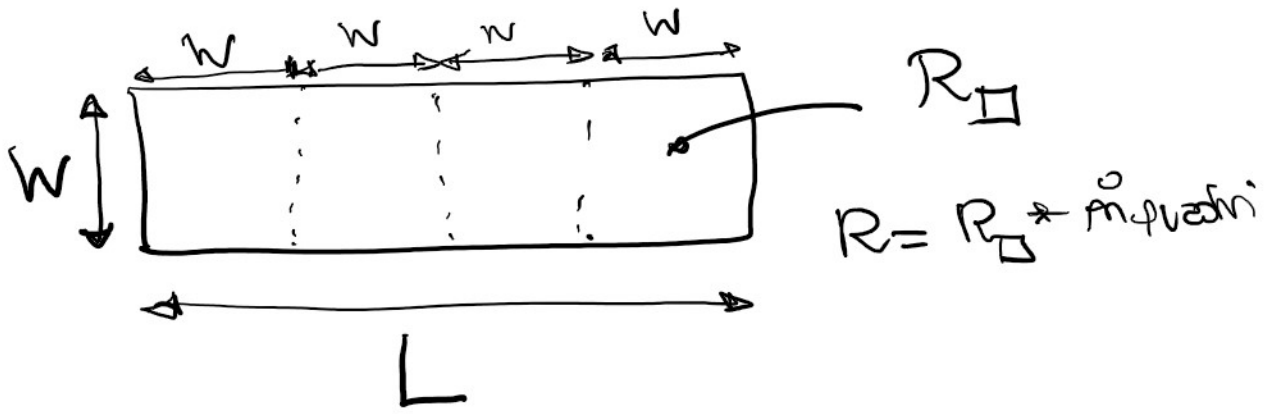
DOSE: D

$$R = \frac{1}{q \mu_p D W} L = R_{\square} \frac{L}{W}$$

RESISTENZA DI QUADRO
 SQUARE RESISTANCE



R_{\square}

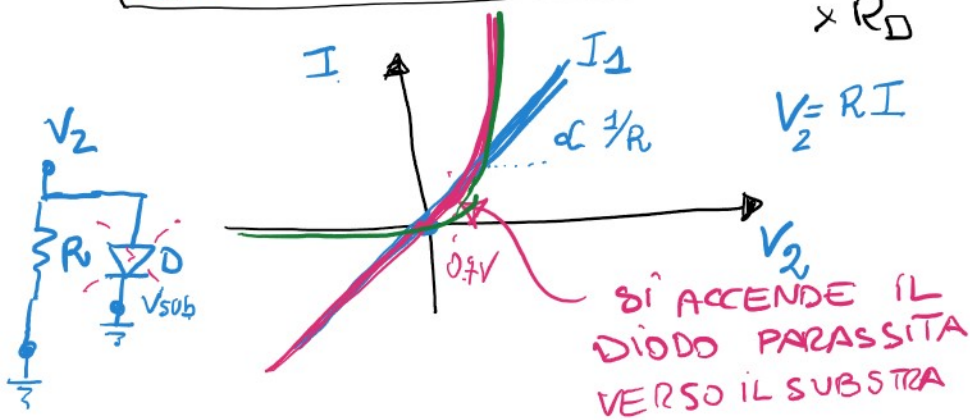
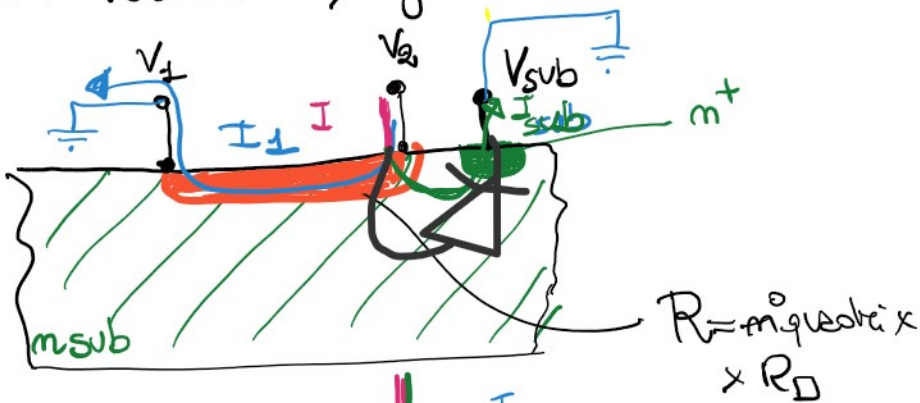


$D = 2 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ (P)} \rightarrow \mu_m = 1200 \frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$

$R = 1 \text{ k}\Omega$ quanti quadrati?

- (1) R_{\square} (2) $R = R_{\square} * m \text{ quadrati}$. FINE

Effetto della polarizzazione del substrato sulla caratteristica IV di un resistore integrato



m -sub polarizzato $V_{sub} >$ tensioni in gioco,

p-sub polarizzato $V_{sub} <$ tensioni
in gioco.