Elettronica

ELETTRONICA = Scienza e tecnologia del movimento delle cariche nel vuoto, in un gas o in un semiconduttore

Le 4 "C" dell'elettronica:

- COMPONENTI (non lineari)
- COMUNICAZIONE
- CALCOLO
- CONTROLLO

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Alcuni componenti: diodo (fa scorrere la corrente in una sola direzione, esternamente è come una resistenza), TRIODO (ha un 3° elettrodo che controlla la quantità di cariche che lo attraversano)

MODELLI ATOMICI

RUTHERFORD: Diceva che l'atomo era formato da un nucleo carico positivamente attorno al quale ruotavano gli elettroni

BOHR: Atomo di idrogeno. Diceva che:

- All'elettrone sono permessi solo certi stati di moto stazionario intorno al nucleo con dei valori di energia definiti (VERO)
- Elettroni che sono in questi stati non irradiano energia (VERO)
- Elettrone fa un orbita circolare (FALSO)
- Stati permessi sono solo quelli con momento angolare proporzionale alla costante di PLANK ($\hbar$)

Si ha una QUANTIZZAZIONE del MOMENTO ANGOLARE
$\Rightarrow$ QUANTIZZAZIONE dei LIVELLI di ENERGIA PERMESSI

$$E_n = -\frac{m \cdot q^4}{2(4\pi\varepsilon_0\hbar)^2 \cdot n^2} \qquad n = 1, 2, 3 \dots$$

n = numero quantico principale

MODIFICHE fatte SUCCESSIVAMENTE:

- ORBITE ELLITTICHE: nuovo numero quantico l (numero quantico angolare) $0 \le l \le n-1$
- elettrone genera CAMPO MAGNETICO: introduce numero quantico magnetico $m = 0, \pm 1, \dots, \pm l$

- elettrone ruota anche su se stesso : numero quantico di SPIN $s = \pm \frac{1}{2}$

PAULI : In uno stesso atomo non esistono due elettroni con i 4 numeri quantici uguali

MODELLO QUANTISTICO ONDULATORIO:
Elettrone ha anche una natura ondulatoria, non solo corpuscolare.

DE BROGLIE : Ad un flusso di particelle identiche è associata una lunghezza d'onda λ

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

con m : massa e v : velocità.

HEISENBERG : PRINCIPIO di INDETERMINAZIONE
Non posso definire con precisione la posizione di un elettrone

$$(\Delta x)(\Delta p_x) \geq \hbar$$

Δp_x ↓ quantità di moto

SCHRODINGER : Non si può parlare di posizione dell'elettrone, ma di PROBABILITÀ di trovare l'elettrone in una certa posizione.

Non si parla più di orbita ma di ORBITALE (concepito come regione di spazio dove esiste la probabilità di trovare l'elettrone)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Quelli più importanti sono gli orbitali di minima energia. Elettroni più esterni sono quelli che formano i legami.

Silicio : semiconduttore più utilizzato
4° GRUPPO della TAVOLA PERIODICA
($Z = 14$) TETRAVALENTE : 4 elettroni di valenza

In natura tutti gli elementi sono combinati tranne i gas nobili, perché si deve assumere la configurazione minima di energia, cioè 8 elettroni di valenza (gas nobili li hanno). Il silicio non è stabile, non si trova allo stato atomico, per diventare stabile devono essere 8, gli elettroni di valenza quindi

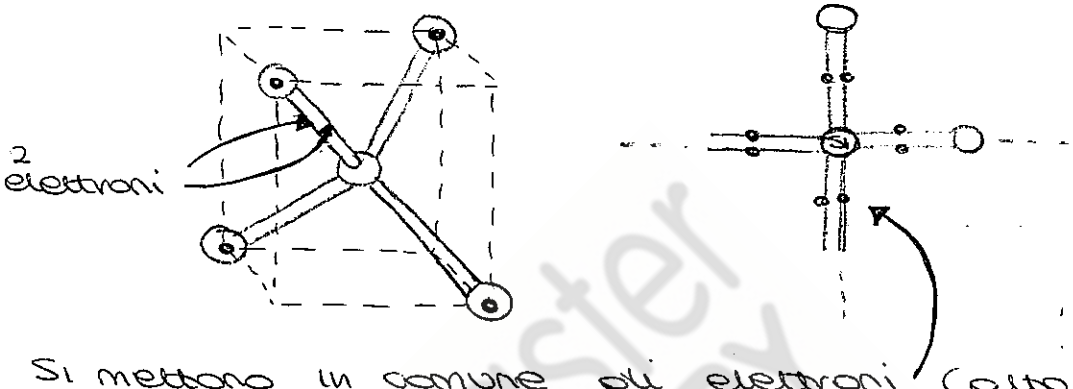
ho bisogno di legami.

TIPI di LEGAMI:

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

-) LEGAME IONICO
-) LEGAME METALLICO
-) LEGAME COVALENTE

Il silicio usa legame covalente.



Si mettono in comune gli elettroni (alta probabilità di essere lì). Forma una struttura ordinata, un reticolo. (CRISTALLO di SILICIO).

CENNI di MATERIALI SEMICONDUTTORI

I materiali possono essere distinti tra:

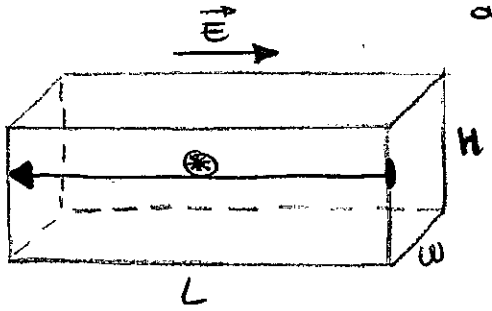
- ISOLANTI = resistività molto alta (ρ)
  $\rho > 10^5\ \Omega cm$ $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ → lunghezza, → sezione
- CONDUTTORI = resistività bassa, conducibilità alta
  $\rho < 10^{-2}\ \Omega cm$
- SEMICONDUTTORI = conducibilità intermedia
  $10^{-3} < \rho < 10^5$

Il vantaggio è che posso variare la resistività a mio piacimento ma rimanendo nell'intervallo.

Da cosa dipende la CONDUCIBILITÀ $\left(\sigma = \frac{1}{\rho}\right)$ o la resistività (ρ)? Come avviene lo spostamento di carica nei metalli?
Usano dei metalli ha di solito 1 (al max 2 o 3) elettroni di valenza.
Gli elettroni nei metalli sono liberi di muoversi.

CORRENTE DI DRIFT

MODELLO di DRUDE: (riproduce comportamento ohmico dei conduttori)



Se $T \neq 0\,K$

⇩

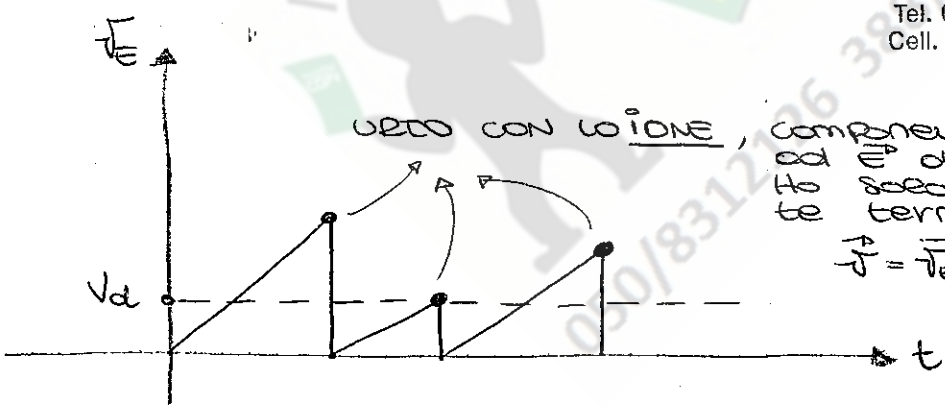
Gli elettroni si muovono in modo casuale per AGITAZIONE TERMICA

Se io applico poi un campo elettrico $\vec{E}$ al moto caotico degli elettroni, ogni' una forza

$$F = (-q) \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{v} = kt$$

Gli elettroni si muovono con verso opposto ad $\vec{E}$ ma con la stessa direzione. (Sotto l'effetto di $\vec{E}$ gli elettroni tendono ad accelerare. Tuttavia si verificano delle collisioni di tipo anelastico, dopo il quale l'elettrone perde completamente la sua energia e si muove in una qualsiasi direzione:

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745



URTO CON IONE, componente dovuta ad $\vec{E}$ diventa 0. Ho solo la componente termica.

$$\vec{v} = \vec{v}_E + \vec{v}_T$$

V_d = <u>VELOCITÀ'</u> di <u>DRIFT</u> o di DERIVA: velocità' che l'elettrone acquista, almeno all' <u>effetto di $\vec{E}$</u> (proporzionale ad $\vec{E}$)

$$V_d = -\mu_e \cdot \vec{E} \qquad \left[\frac{m^2}{V \cdot s}\right]$$

μ_e = MOBILITÀ' dell' elettrone (COEFFICIENTE di PROPORZIONALITÀ')

N = n° di elettroni nel volume $V = L \cdot H \cdot W$

Quanto vale la corrente nel conduttore?

$$\vec{v_d} = (-\mu_e) \cdot \vec{E}$$

$$|\vec{v_d}| = \frac{L}{T} \rightarrow \text{lunghezza}$$

$\rightarrow$ tempo che impiega un elettrone per percorrere tutta la lunghezza da destra verso sinistra ⊛

I_d = CORRENTE DI DRIFT

$$I_d = q \cdot \frac{N}{T} \rightarrow \text{n° di elettroni (num)}$$

$$= \frac{q \cdot N}{\frac{L}{v_d}} = \frac{q \cdot N}{L} \cdot v_d \rightarrow \text{(è il modulo, non si mette la freccia)}$$

DENSITÀ di CORRENTE (non dipende dalla sezione)

$$\boxed{J_d} = \frac{I}{\text{Area}} = \frac{q \cdot N \cdot v_d}{L \cdot \underbrace{H \cdot W}_{\text{Area}}} = \frac{q \cdot \boxed{N} \cdot v_d}{\boxed{\text{Volume}}} =$$

$\boxed{J_d}$ = DENSITÀ DI CORRENTE DI DRIFT

densità di elettroni = numero di elettroni per unità di volume $\equiv n\ [m^{-3}]$

$$= \underbrace{q \cdot n \cdot \mu_e}_{\text{CONDUCIBILITÀ}} \cdot \vec{E} = \sigma \cdot E = J$$

$\Vert$

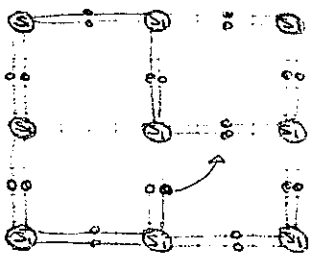
LEGGE MICROSCOPICA di OHM

NEI METALI: $\sigma = n \cdot q \cdot \mu_e = \underbrace{(1{,}6 \cdot 10^{-19})}_{q} \cdot \underbrace{10^{21}}_{n\ [cm^{-3}]} \cdot \underbrace{500}_{\mu_e} =$

$$= 8 \cdot 10^4 \simeq 10^5\ (\Omega \cdot cm)^{-1}$$

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \simeq 10^{-5}\ \Omega cm$$

CONDUZIONE nei SEMICONDUTTORI INTRINSECI (puri)



Reticolo perfetto di atomi di SILICIO (cristallo)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745