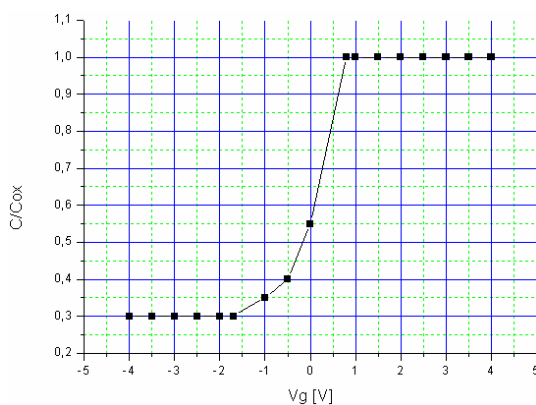


## TUTORATO SUL CAPACITORE MOS

- 1) Si supponga di dover realizzare un MOSFET a partire da una fetta di Silicio con  $N_A = 5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ .
  - a. Scegliere, tra le seguenti, una combinazione di materiali che consenta di ottenere un dispositivo con soglia positiva pari a 2 V.
    - Metallo:  $\Phi_m = 3.42, 4.18, 5.3 \text{ V}$ ,
    - $\text{SiO}_2$ , spessore: 30, 55, 90 nm, costante dielettrica relativa 3.5.
  - b. Mantenendo fissa la scelta dei materiali, definire quanto dovrebbe valere la carica nell'ossido (supposta localizzata all'interfaccia ossido-semiconduttore) per avere tensione di soglia pari a 1V.
  - c. Supponendo di avere nell'ossido la carica definita al punto precedente, scegliere un metallo in modo da avere, a parità di scelta dello spessore dell'ossido, tensione di soglia nulla.
- 2) Si consideri un MOSFET realizzato a partire da una fetta di Silicio con  $N_A = 5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Utilizzando un metallo con funzione lavoro pari a 3.41 eV e come ossido uno strato di  $\text{SiO}_2$ , di spessore 90 nm e costante dielettrica relativa pari a 3.5, si ottiene una soglia positiva pari a 2 V.
  - a. Calcolare quanto vale la densità di carica nell'ossido (supponendo che sia localizzata all'interfaccia con il semiconduttore).
  - b. Valutare quanto dovrebbe valere la funzione lavoro del metallo per fare in modo che, a parità di tutto il resto, la tensione di soglia del dispositivo sia pari a 0 V.
  - c. Ricavare lo stesso valore (cioè la funzione lavoro del metallo per un dispositivo a soglia nulla) supponendo che il dispositivo sia a substrato n.
- 3) Si consideri la misura capacità – tensione effettuata su un capacitore MOS realizzato con polisilicio (drogato n+) su silicio drogato n, con  $N_D = 3 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ .

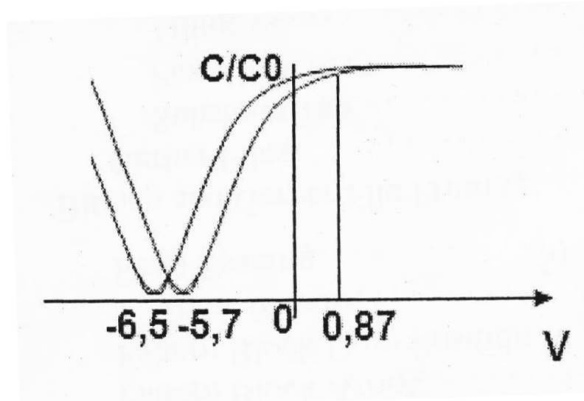
Determinare:

  - a. lo spessore dell'ossido (considerare  $\epsilon_r=3.5$ ) e la densità di cariche nell'ossido, assumendo che queste siano tutte concentrate all'interfaccia col semiconduttore;
  - b. come cambierebbero questi valori se il gate fosse realizzato in alluminio.



4) Nel seguente grafico sono riportati gli andamenti della curva capacità - tensione a bassa frequenza per due condensatori MOS a substrato n identici in tutto (stesso substrato, stesso spessore dell'ossido, stesso drogaggio  $N_D = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , stesse dimensioni geometriche) tranne che per il materiale che costituisce il gate.

- a. Sapendo che l'ossido è ideale e che uno dei due gate è fatto di Oro (funzione lavoro pari a 5.0 eV), identificare ciascuna curva, calcolare la funzione lavoro dell'altro metallo e calcolare lo spessore dell'ossido.



- 5) Si consideri un MOS ideale (cioè senza carica nell'ossido) di silicio, con  $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , avente un ossido di spessore pari a 25 nm.
- a. Nota la tensione di soglia del dispositivo, pari a 0.96 V, calcolare la funzione lavoro del metallo di gate e lo spessore massimo raggiunto dalla regione svuotata quando si ha inversione di popolazione all'interfaccia ossido-semiconduttore ( $n_s = N_A$ ).
- b. Calcolare il valore della tensione di soglia nel caso di un dispositivo a substrato N con gli stessi valori dei parametri del dispositivo considerato in precedenza e con una carica nell'ossido pari  $1.38 \cdot 10^{-7} \text{ C/cm}^2$  supposta all'interfaccia ossido/semiconduttore.
- 6) Si consideri un capacitore MOS di Silicio con gate di Oro ( $q\phi_M = 5 \text{ eV}$ ) di cui è noto che nel bulk  $E_F - E_i = -0.2 \text{ eV}$ . Assumendo che la struttura sia ideale:
- a. determinare il drogaggio del semiconduttore (tipo e concentrazione) e il valore della sua funzione lavoro;
- b. disegnare il diagramma a bande e dire se, a tensione applicata nulla, il dispositivo si trovi in condizione di accumulazione, svuotamento o inversione.