

## Rezumat pentru raport anual Program Nucleu

Titlu Faza:

Dezvoltarea modelului teoretic de conductie pentru filme compacte de oxizi metalici semiconductori cu aplicatii in detectia de gaze.

Obiective:

Determinarea dependentei conductantei electrice de parametrii intrinseci (lungimea Debye) si geometrici (grosimea  $D$  a filmelor compacte) pentru cazurile oxizilor metalici semiconductori  $n$  si  $p$  ( $n$ MOS si  $p$ MOS).

Rezultate estimate initial:

Determinarea modului in care are loc traducerea interactiilor de suprafata in raport cu caracterul semiconductor si nivelul energetic al potentialului de suprafata ( $V_s$ ).

Rezultate obtinute:

Conductanta totala a unui strat senzitiv compact poate fi scrisa ca suma dintre conductanta  $G_s$  a stratului de suprafata (expusa atmosferei inconjuratoare) si conductanta  $G_b$  de volum (inaccesibila gazelor de test). Daca conductanta de suprafata sufera modificari determinate de prezenta gazelor de test, conductanta de volum poate varia doar in domeniul temperaturilor ridicate de operare de peste  $700^\circ\text{C}$ , motiv pentru care aceasta urma poate fi considerata constanta.

$$G_{total} = G_s + G_b$$

Considerand parametrii geometrici ai probei (Figura 1), ecuatia de mai sus devine:

$$G_{total} = \tilde{\sigma}_s \frac{z_0 W}{L} + \sigma_b \frac{(D-z_0)W}{L}$$

unde:  $L$  este lungimea stratului compact,  $W$  este latimea,  $D$  este grosimea iar  $z_0$  este grosimea stratului (zonei) de suprafata.  $\tilde{\sigma}_s$  este conductivitatea electrica medie a stratului de suprafata in timp ce  $\sigma_b$  este conductivitatea de volum.

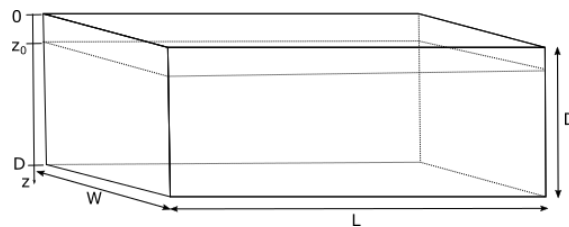


Figura 1. Reprezentarea unui strat MOS compact si parametrii geometrici asociati.

In cazul unui  $n$ MOS unde efectele de suprafata nu se extind in tot volumul materialului dependenta conductantei totale de potentialul de suprafata se scrie ca:

$$G_{total} = G_b \left[ 1 \pm \sqrt{2} \frac{L_D}{D} \left[ \exp\left(-\frac{eV_s}{k_B T}\right) + \frac{eV_s}{k_B T} - 1 \right]^{1/2} \right]$$

In Figura 2a este prezentata dependenta conductantei normalizate a stratului compact, in functie de variatia potentialului de suprafata in raport cu energia termica pentru valori diferite ale lungimii Debye ( $L_D$ ). Valorile pozitive ale raportului  $eV_s/k_B T$  sunt asociate cu aparitia unei zone de saracire, iar valorile negative cu aparitia unui strat de acumulare de sarcina la suprafata  $n$ MOS.

In cazul unui  $p$ MOS expresia conductantei generale este:

$$G_{total} = G_s + G_b \sim \tilde{p}_s z_0 + p_b (D - z_0)$$

unde: termenul  $\tilde{p}_s z_0$  reprezinta contributia efectelor de suprafata iar termenul  $p_b (D - z_0)$  reprezinta contributia volumului materialului gaz-senzitiv.

Urmand aceeasi abordare matematica ca in cazul  $n$ MOS, obtinem:

$$G_{total} = G_b \left[ 1 \pm \sqrt{2} \frac{L_D}{D} \left[ \exp\left(\frac{eV_s}{k_B T}\right) - \frac{eV_s}{k_B T} - 1 \right]^{1/2} \right]$$

In Figura 2b este prezentata dependenta conductantei normalizate a stratului compact in functie de variatia potentialului de suprafata in raport cu energia termica pentru valori diferite ale lungimii Debye. Valorile negative ale raportului  $eV_s/k_B T$  sunt asociate cu aparitia unei zone de saracire, iar valorile pozitive cu aparitia unui strat de acumulare de sarcina la suprafata  $p$ MOS.

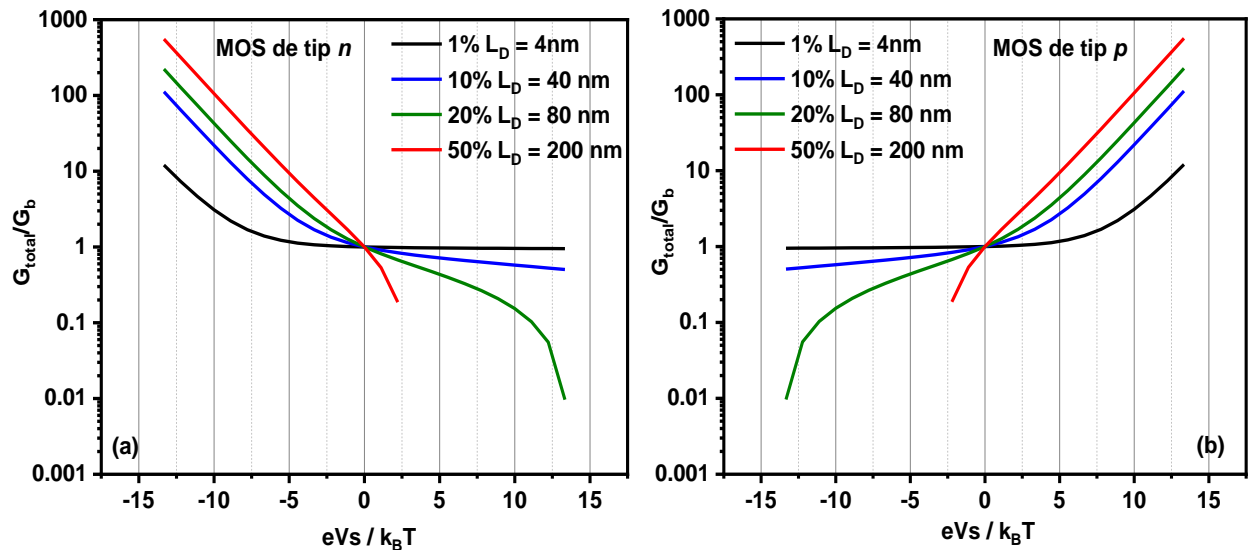


Figura 2. Variatia conductantei normalizate functie de potentialul de suprafata pentru patru situatii diferite ale raportului  $L_D/D$ ; (a) stratul compact  $n$ MOS; (b) stratul compact  $p$ MOS

Concluzii si perspective:

Studiul de fata demonstreaza ca traducerea interactiilor de suprafata are loc in mod diferit functie de natura caracterului semiconductor al materialului gaz-senzitiv cat si functie de proprietatile intrinseci (lungime Debye –  $L_d$ ) si geometrice (grosimea filmului  $D$ ) ale acestuia.

In cazul unui  $n$ MOS, stratul de acumulare de sarcina induce o dependenta exponentiala a conductantei normalizate, pentru valori mici ale potentialului de suprafata ( $V_s$ ) si lungimi Debye ( $L_D$ ) mari, in timp ce in cazul unui strat de saracire la suprafata, doar valori de peste 10% ale lungimii Debye produc modificari majore in conductanta normalizata.

In cazul unui  $p$ MOS, variatiile conductantei normalizate respecta acelasi profil, insa stratul de acumulare de sarcina apare pentru valori pozitive ale raportului  $eV_s/k_B T$ , iar stratul de pentru valori negative ale aceluiasi raport.

Cercetarile viitoare vor aborda descrierea teoretica a legaturii dintre componenta de receptor si cea de traductor in cazul filmelor gaz-senzitive compacte de tip  $n$ MOS si  $p$ MOS, respectiv dependenta conductantei totale de concentratia gazului de interes aplicativ.