DANOS CAUSADOS POR ÍONS NO ÓXIDO ENTERRADO DE DISPOSITIVOS SOI MOSFET

Claudio Aparecido Borges Junior[1], Roberto Baginski Batista Santos[2]
[1,2] Centro Universitário da FEI
claudio.borges.jr@gmail.com, rsantos@fei.edu.br

Resumo: Simulamos a perda de energia de íons energéticos durante sua passagem por um dispositivo semicondutor SOI MOSFET de tecnologia 0,35 µm. Determinamos a taxa de criação de pares elétron-buraco no óxido enterrado do dispositivo e estimamos a concentração de buracos na camada.

1. Introdução

Os dispositivos SOI MOSFFET apresentam diversas características elétricas superiores às encontradas em dispositivos *bulk* MOSFET como melhor inclinação sub-limiar e melhor isolamento elétrico nas direções vertical e horizontal [1]. Adicionalmente, dispositivos SOI MOSFET costumam apresentar maior resistência à radiação [2]. No ambiente espacial, íons energéticos podem causar danos temporários ou permanentes no dispositivo. Com a progressiva redução da espessura do óxido de porta, os danos mais comuns ao dispositivo estão associados à passagem de um íon energético pela camada de óxido enterrado (BOX). Durante esta passagem, o íon transfere energia para o material, criando pares elétron-buraco no óxido. Os buracos acumulados no BOX interferem nas características elétricas do dispositivo, podendo aumentar a corrente de fuga e, em condições muito severas, levá-lo a falhas catastróficas [2].

Como a criação de um par elétron-buraco no SiO_2 exige em torno de 17 eV [3], a concentração de pares n criados no óxido durante o intervalo de tempo Δt é

$$n = \frac{\varphi s \Delta t}{17\ \mathrm{eV/par}} \qquad (1)$$

em que que φ é o fluxo de íons e $s = -dE/dx$ é o poder de freamento do íon no material, isto é, a perda de energia do íon por unidade de comprimento percorrido no material.

2. Metodologia

Utilizamos o programa *Stopping and Range of Ions in Matter* (SRIM) para simular a passagem de íons de hidrogênio (H), hélio (He), oxigênio (O) e ouro (Au) com diversas energias por um SOI MOSFET de tecnologia 0,35 µm. Nas simulações, a camada de silício acima do BOX possui espessura de 200 nm enquanto o óxido enterrado possui espessura de 400 nm. Acima deles, há quatro camadas metálicas (Al) com espessuras entre 640 nm (M1) e 925 nm (M4), três camadas isolantes (SiO_2) entre as camadas metálicas com espessura de 1000 nm cada, além de uma camada superior passivadora (SiO_2) com espessura de 900 nm. Por fim, as espessuras do eletrodo de porta (Si policristalino) e do isolante entre M1 e o eletrodo de porta são 280 nm e 645 nm, respectivamente.

3. Resultados

Como um exemplo dos resultados obtidos até o momento, a figura 1 mostra o poder de freamento de um íon de hidrogênio com energia inicial de 700 keV nas diversas camadas do dispositivo simulado. É possível observar um poder de freamento no BOX de aproximadamente 12,5 eV/Å. Como o fluxo de íons de hidrogênio no cinturão interno de Van Allen é da ordem de 10^9 íons/m^2·s [4], podemos afirmar que a taxa de criação de pares é de $6{,}94 \times 10^{18}$ pares/m^3·s. Se apenas 10% dos buracos ficarem aprisionados por um tempo de vida de 24 horas teremos aproximadamente 60×10^{15} buracos/cm^3 aprisionados no BOX.

Figura 1. Perda de energia por unidade de comprimento para um íon de hidrogênio de 700 keV.

4. Conclusões

Simulamos a passagem de íons energéticos por um dispositivo semicondutor SOI MOSFET de tecnologia 0,35 µm e determinamos a perda de energia por ionização em cada uma de suas diversas camadas com atenção especial ao óxido enterrado. Calculamos a taxa de criação de pares no óxido enterrado e estimamos a concentração de buracos no óxido. As simulações sugerem que o óxido enterrado será a camada mais afetada por íons de hidrogênio de 700 keV.

5. Referências

[1] COLINGE, J.-P.; COLINGE, C.A. **Physics of Semiconductor Devices**. New York: Springer, 2006.
[2] SCHWANK, J.R. et al. **IEEE Transactions on Nuclear Science** v.50, p.522, 2003.
[3] BENEDETTO, J.M.; BOESCH JR., H.E., **IEEE Transactions on. Nuclear Science** v.33, p.1318, 1986.
[4] STASSINOPOULOS, E.G; RAYMOND, J.P. **Proceedings of the IEEE** v.76, p.1423, 1988.

[1] Aluno de IC do Centro Universitário da FEI.