ESTUDO DE MOSFETs COM GEOMETRIA DE PORTA CIRCULAR

Fayner Felicio Paz da Costa[1], Prof. Dr. Salvador Pinillos Giminez[2]
[1,2] Centro Universitário da FEI
fayner.costa@yahoo.com.br, sgimenez@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho visa estudar o comportamento de transistores de efeito de campo anelares de porta circular e propor um modelo analítico que seja capaz de descrever a corrente de dreno deste dispositivo, levando em conta as assimetrias apresentadas na formação da camada de inversão, para então realizar a caracterização do dispositivo e tornar possível o refinamento do modelo matemático já proposto, tanto para o transistor operando na configuração de polarização de dreno interno, quanto na configuração de polarização de dreno externo.

1. Introdução

Alguns trabalhos por simulação numérica tridimensional (3D) já foram realizados com transistores de efeito de campo anelares de porta circular (sobre distorção harmônica, tensão Early, corrente de fuga, transcondutância) [1]. Por outro lado, um estudo muito importante ainda não desenvolvido, é aquele que diz respeito à proposição de um modelo analítico que descreva o comportamento elétrico da corrente de dreno deste dispositivo.

2. Metodologia

Os transistores anelares, podem apresentar diversas geometrias de porta: hexagonal, retangular, circular [2]. O MOSFET anelar estudado neste trabalho, apresenta a geometria de porta circular e por ser uma geometria assimétrica, o MOSFET anelar de porta circular pode ser polarizado de duas maneiras, sendo de acordo com a aplicação da tensão entre dreno e fonte.

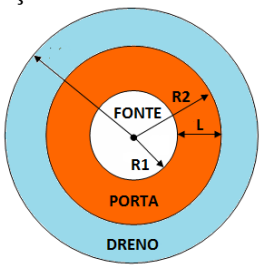

Figura 1 – Polarização de dreno externo

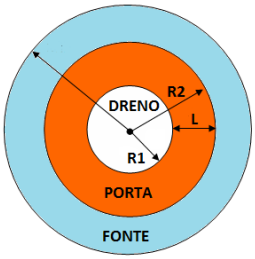

Figura 2 – Polarização de dreno interno

Sendo R1 o final da região de fonte/dreno, R2 o final da região de porta e L define o comprimento do canal.

Após estudar esta peculiaridade, foi descoberto através de uma simulação numérica tridimensional que são obtidos diferentes níveis de corrente de dreno para cada uma das configurações de polarização de dreno. Sabendo-se disso, foram investigadas as causas deste fenômeno e determinou-se que a diferença de corrente de dreno foi decorrência da formação da camada de inversão, que tem formatos diferentes dependendo da sua configuração de polarização de dreno, sendo:

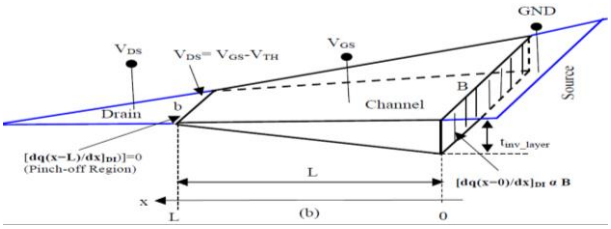

Figura 3 – Fatia da camada de inversão durante operação em config. de polarização de dreno interno.

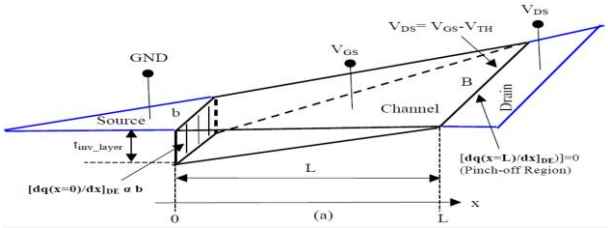

Figura 4 – Fatia da camada de inversão durante operação em config. de polarização de dreno externo.

Onde b é um infinitésimo de R1, B um infinitésimo de R2, t_{inv_layer} a espessura da camada de inversão e dq(x) um infinitésimo de carga.

Com essa descoberta, foi possível a proposição de um fator de correção para cada uma das configurações de polarização na região de saturação, sendo então possível escrever, através do modelo de Schichman Hodges os modelos analíticos para (I_D) tanto em configuração de polarização de dreno interno quanto externo, conforme equações abaixo:

$$(I_{Dsat})_{DI} = \mu_n . C_{OX} . \frac{\pi(2R2 + R1)}{6(R2 - R1)} . (V_{GS} - V_{TH})^2$$

$$(I_{Dsat})_{DE} = \mu_n . C_{OX} . \frac{\pi(2R1 + R2)}{6(R2 - R1)} . (V_{GS} - V_{TH})^2$$

4. Conclusões

Através das simulações numéricas 3D, identificou-se o perfil de densidade de corrente, tensão e campo elétrico ao longo do canal deste dispositivo e a partir disso chegou-se à um modelo matemático para I_{Dsat}, que demonstra um maior fornecimento de corrente na configuração de polarização de dreno interno.

5. Referências

[1] S. P. Gimenez, Early Voltage Behavior In Circular Gate, ECS transactions , v. 4, 2006.
[2] J. P. Colinge,. Silicon-On-Insulator Technology: Materials to VLSI, 3rd, 2004.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, FAPESP e CAPES pelos apoios financeiros que vem sendo dado ao nosso grupo de pesquisa.