

Análise da Influência das Dimensões sobre o Desempenho Elétrico da Associação Série de Transistores FD SOI MOS

Fernanda Garcia de São José Lopes e Michelly de Souza
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
fehgarcia@hotmail.com, michelly@fei.edu.br

Resumo: O presente artigo tem como objetivo analisar a transcondutância da associação série com tensões de limiar assimétricas de transistores FD SOI MOS para aplicações analógicas. Foram realizadas medidas experimentais variando o comprimento de canal dos transistores presentes na associação, com o objetivo de verificar fenômenos que podem ocorrer na curva de transcondutância em função da tensão de porta.

1. Introdução

A tecnologia SOI é apresentada como alternativa para a tecnologia CMOS, comumente utilizada para implementação de circuitos em altíssima escala de integração (ULSI – Ultra Large Scale Integration). Em comparação aos transistores MOS convencionais, a tecnologia SOI proporciona melhor transcondutância, melhor inclinação de sublimiar, menor capacitância de junção, entre outras vantagens que tornam a miniaturização mais atingível, reduzindo os efeitos parasitários que ocorrem nos transistores “bulk” [1]. Mesmo apresentando vantagens em relação a tecnologia anterior, os transistores SOI apresentam reduzida tensão de ruptura de dreno, decorrente ao efeito de corpo flutuante, que leva à ativação do transistor bipolar parasitário associado ao transistor MOS [2].

A fim de minimizar os efeitos provenientes do elevado campo elétrico na região de dreno para posteriores aplicações em circuitos analógicos de alto desempenho, uma das soluções mais utilizadas é a estrutura de configuração self-cascade[3] (Figura1), onde os transistores são associados em série com as portas curto-circuitadas, trabalhando desta forma como um único transistor. Nesta configuração, ambos os transistores da associação possuem mesma tensão de limiar, e para que isso ocorra é necessário manter a concentração de dopantes na região de canal destes transistores. Com objetivo de reduzir a ionização por impacto na região de dreno, manter a tensão de limiar e ganho de corrente do transistor bipolar parasitário, foi proposta uma nova alternativa para a estrutura self-cascade[4]. A proposta é a denominada associação série assimétrica de transistores SOI, onde os transistores da associação apresentam diferentes concentrações na região de canal, sendo o transistor mais próximo à fonte com canal fortemente dopado (e comprimento LS), enquanto o transistor mais próximo ao dreno possui canal fracamente dopado (com comprimento LD) e menor tensão de limiar, o que resulta na diminuição do campo elétrico nessa região.



Figura 1 - Representação esquemática do transistor SOI self-cascade. (Assalti, 2017)

Estudos mostram que [4] a associação série assimétrica é capaz de reduzir a ocorrência de efeitos bipolares parasitários, devido ao aumento da tensão de ruptura.

Recentemente, resultados obtidos mostram a influência do comprimento de canal dos transistores da associação [5]. Foi observado que em associações onde o transistor próximo à fonte possui comprimento de canal bem menor que o comprimento de canal do transistor próximo ao dreno há ocorrência de um comportamento anormal na curva de transcondutância em função de tensão de porta, com dois picos distintos.

Este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização elétrica de associações série assimétricas com diferentes comprimentos de canal, a fim de identificar as dimensões em que este comportamento anormal da transcondutância é observado.

2. Resultados Experimentais e Análise

Foram realizadas medidas elétricas de transistores SOI nMOS fabricados na Université catholique de Louvain (Bélgica) que possuem as seguintes características tecnológicas: $t_{si}=80$ nm, $t_{ox}=31$ nm, $t_{oxb}=390$ nm, com comprimento de canal (L) de $0,75$ a $10\mu\text{m}$, com canais de baixa e alta concentrações de dopantes, com largura de canal (W) $20\mu\text{m}$. A Figura 2 apresenta um perfil esquemático destes transistores, indicando as espessuras.

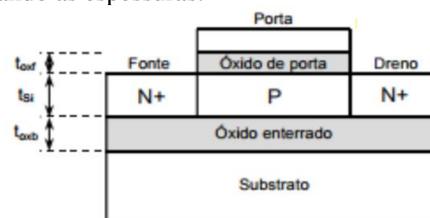


Figura 2 - Perfil Transversal de um transistor SOI nMOSFET.

Para este trabalho, foram realizadas medidas em associações mantendo junto à fonte um transistor com alta dopagem, com $0,75\mu\text{m}$ de comprimento de canal e variando os valores de comprimento de canal do transistor junto ao dreno de $0,75$, 1 , $1,5$, 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 8 e $10\mu\text{m}$. As medidas elétricas foram obtidas utilizando o microprovador Cascade Microtech REL 3600 juntamente ao analisador de parâmetros Keithley SCS4200.

Foram medidas curvas de corrente de dreno (I_D) em função das tensões de porta (V_G), variando entre -2 e 3V, com tensão de dreno (V_D) constante em 500mV, 1V e 1,5V. A partir das curvas obtidas, foi realizada a derivada, obtendo assim a curva de transcondutância, que torna possível observar se há um comportamento atípico nos componentes estudados.

3. Resultados

A Figura 3 apresenta as curvas de $I_{D \times V_G}$ de associações série de transistores de alta dopagem e comprimento de canal de $0,75\mu\text{m}$ na região de fonte, variando o comprimento de canal de $0,75$ e $10\mu\text{m}$ para o transistor fracamente dopado perto do dreno, variando a tensão de dreno em 500mV, 1V e 1,5V. Pode-se notar que a corrente de dreno é maior quando o transistor perto da fonte é mais curto.

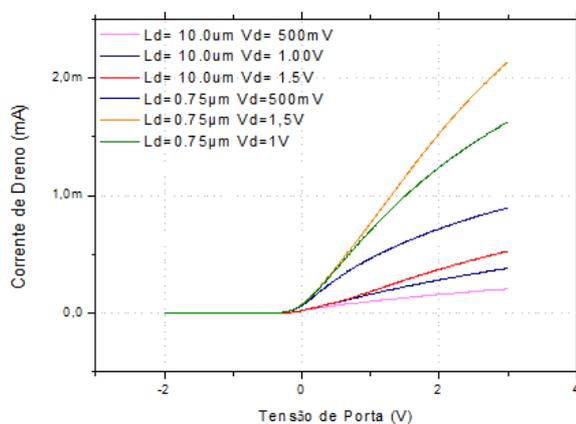


Figura 3 – Curva $I_{D \times V_G}$ para comprimentos de canal fixo na região de fonte e variável na de dreno.

Figura 4 apresenta a curva de transcondutância em função da tensão de porta para a associação assimétrica do transistor de alta dopagem com comprimento de canal de $0,75\mu\text{m}$ na região de fonte, com transistor de baixa dopagem e comprimento de canal variando de $0,75$ a $10\mu\text{m}$ na região de dreno, com tensão de dreno fixa em 1,5V.

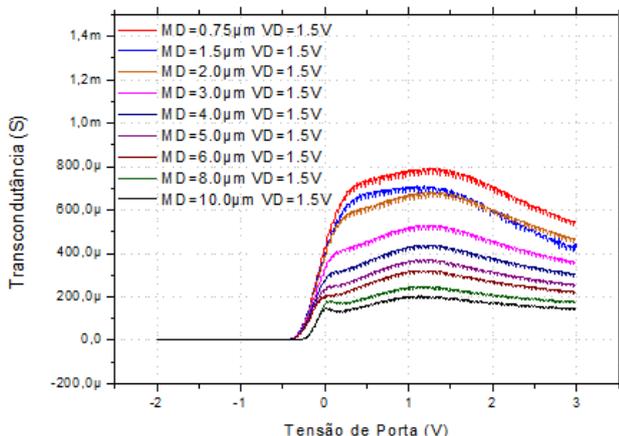


Figura 4 - Curva $G_{M \times V_G}$ com canal de fonte fixo em $0,75\mu\text{m}$ e canal de dreno variável de $0,75\mu\text{m}$ à $10\mu\text{m}$.

O mesmo apresenta a Figura 5, porém com o transistor de baixa dopagem na região de dreno com comprimento de canal de $10\mu\text{m}$.

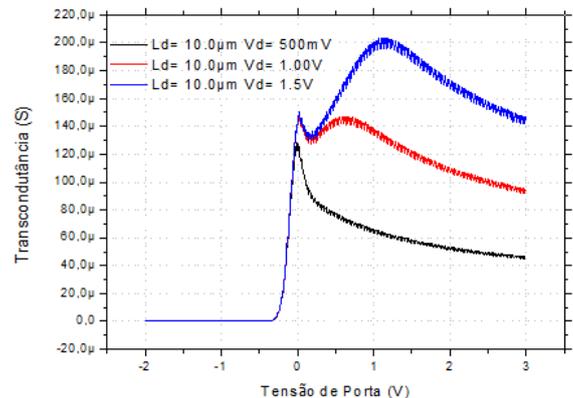


Figura 5 - Curva de $G_{M \times V_G}$ com comprimento de canal de fonte $0,75\mu\text{m}$ e dreno fixo em $10\mu\text{m}$.

Observou-se que para a Figura 4, nas duas primeiras curvas, com valores de tensão de dreno até 1V, não é aparente nenhum comportamento não convencional, porém ao atingir tensão de 1,5V percebe-se, levemente, um comportamento um pouco parecido com o de dois picos, sendo a passagem do primeiro para o segundo pico, muito tênue. Já na Figura 5, com transistores de maior comprimento de canal, pode-se perceber um segundo pico na curva com tensão de dreno em 1V e em 1,5V este fenômeno está ainda mais acentuado, tornando mais clara a definição dos picos.

4. Conclusões

A partir das medidas experimentais, o desempenho da associação assimétrica de transistores FD SOI MOS foi avaliada, através da análise das curvas da transcondutância obtidas. Foi observado que um comportamento atípico da transcondutância ocorre quando L_D é muito maior do que L_S . Também é mais pronunciado à medida que a tensão de dreno é aumentada. Nas medidas realizadas, com $V_{DS}=1,5V$, foi observada a anomalia para L_D .

Para as próximas etapas do projeto, serão realizadas medidas das associações série assimétrica utilizando todos os transistores, desta forma completando 100 combinações para análise.

5. Referências

- [1] J.P. Colinge. IEEE TED, 45, p. 1010-1016, 1998.
- [2] J.Y. Choi, J.G. Fossum. Analysis and control of floating-body bipolar effects in fully depleted submicrometer SOI MOSFETs. IEEE Trans. on Electron Devices, v.38, n. 6, p.1384-1391,1991.
- [3] M. de Souza et al. Proc. of 2011 IEEE Intern. SOI Conf., 2011
- [4] De Souza, M.; Flandre, D.; Pavanello, M.A. EuroSOI 2012, v.1, p.135-136, 2012.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI pela realização das medidas ou empréstimo de equipamentos e a *Université Catholique de Louvain* por proporcionar o chip para estudo.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de fevereiro/18 a Fevereiro/19.