

# Produção de filmes finos de $\text{HfO}_x$ por pulverização catódica reativa



Ivan Rodrigo Kaufmann (ivankauf@hotmail.com), Cristiano Krug  
Laboratório de Superfícies e Interfaces Sólidas  
Instituto de Física, UFRGS



## MOTIVAÇÃO

O germânio (Ge) vem sendo estudado como possível substituto do silício em dispositivos semicondutores de alto desempenho, pois apresenta melhores propriedades de transporte de portadores de carga [1].

Um dos desafios a serem vencidos é a passivação superficial do Ge, isto é, a eliminação de estados eletrônicos de superfície através da deposição de filmes finos de óxido de háfnio ( $\text{HfO}_2$ ). Nesse sentido, a composição e a pureza do  $\text{HfO}_2$  são fatores necessários ao trabalho.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Ao longo do trabalho utilizamos o equipamento de deposição de filmes finos por pulverização catódica (sputtering) projetado e instalado no Laboratório de Conformação Nanométrica (LCN) do Instituto de Física (IF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O processo escolhido foi magnetron sputtering reativo alimentado com radiofrequência (RF), (figura 1). Utilizamos alvo de Hf na presença de uma mistura gasosa de Ar e  $\text{O}_2$  em pressão total de 3 mtorr e com substrato de carbono mantido a  $150^\circ\text{C}$ . A escolha do processo RF deveu-se à possibilidade de envenenamento do alvo (isso é, formação de uma camada isolante de  $\text{HfO}_2$  sobre o mesmo) durante o processamento. As variáveis de deposição estudadas foram: (a) vazão de  $\text{O}_2$ ; (b) potência na fonte de RF e (c) tempo de deposição.

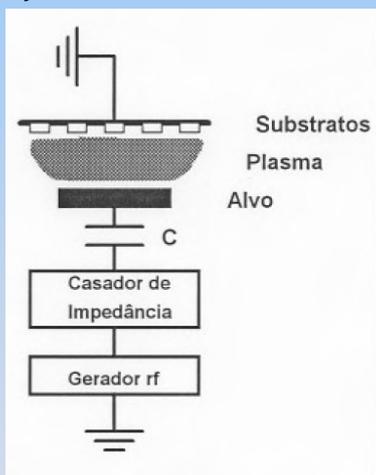


Figura 1: Esquema simplificado do funcionamento do sputtering RF [2].

As características monitoradas foram (a) quantidade de Hf e (b) composição (com ênfase na relação entre O e Hf). Ambas foram obtidas através de espectrometria de retroespalhamento Rutherford (RBS) no IF-UFRGS. Essa técnica permitiu ainda que se avaliasse a presença de contaminantes.

## Referências

- [1] CHUI, C.O., ITO, F. e SARASWAT, K.C., *IEEE Transactions on Electron Devices* **53**, 1501 (2006).
- [2] STEDILE, FERNANDA CHIARELLO. Tese de Doutorado, IF-UFRGS (1993).

## Agradecimentos

FAPERGS, CNPq, CAPES

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A julgar pelo espectro apresentado na figura 2, a pureza dos filmes finos é adequada para o trabalho proposto. Além de Hf e O, identifica-se a presença de Ar, Si e Zr. O Ar é originário da mistura gasosa utilizada durante a deposição das amostras; o Si deve-se a traços de substratos previamente processados no equipamento de sputtering; e o Zr (identificado a partir da cauda existente no sinal devido a Hf) é um contaminante típico de materiais à base de Hf, portanto originário do alvo metálico utilizado nas deposições.

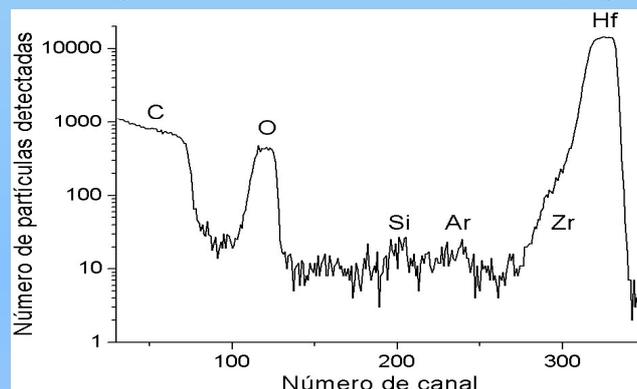


Figura 2: Espectro RBS correspondente à amostra produzida sob os parâmetros de 80 min, 150 W e 1 sscm de vazão de  $\text{O}_2$ .

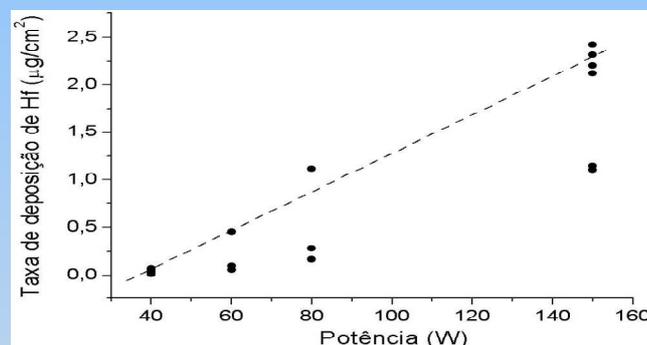


Figura 3: Dependência da taxa de deposição de Hf com a potência

A figura 3 apresenta a taxa de deposição de Hf registrada para as diferentes amostras em função da potência de trabalho. A inspeção das condições de deposição indica que os pontos significativamente abaixo da linha correspondem às situações de maior vazão de  $\text{O}_2$  nos experimentos. As baixas taxas de deposição nessas condições são explicadas pelo envenenamento do alvo de Hf, cuja possibilidade de ocorrência já era prevista.

## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O trabalho executado neste projeto levou à identificação de condições apropriadas para a deposição de filmes finos de  $\text{HfO}_2$  com a composição e a pureza desejadas para a passivação superficial de germânio. Como resultado final desse trabalho, estamos aptos a iniciar a fabricação de dispositivos que utilizem  $\text{HfO}_2$  como dielétrico.