Desenvolvimento da Corrosão do Silício usando solução de NH_4OH para a obtenção de Nano Fios de Silício para aplicação em Transistores 3D.

Larissa Souto Zagati*, Audrey R. da Silva, Lucas S. Zucchi, Hugo S. Alvarez, Frederico H. Cioldin, Luana Espindola, Alfredo Vaz e José Alexandre Diniz

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento da corrosão do Silício usando solução de NH_4OH para obtenção de nano fios de Si (com dimensões menores do que 100 nm) que são usados como canal de condução de corrente elétrica de transistores FinFET, que são dispositivos MOS tridimensionais. As seguintes etapas de processo foram usadas para a fabricação dos nano fios de Si: i) limpeza dos substratos; ii) oxidação térmica para crescimento de 100 nm de SiO_2 ; iii) litografia para definição de regiões expostas de Si; iv) corrosão do SiO_2 com solução de HF; v) limpeza orgânica para a retirada de fotoresiste; vi) corrosão por plasma da camada de Si sem proteção de SiO_2 ; vii) corrosão com solução de NH_4OH para afinamento das estruturas de Si sob o SiO_2 ; viii) corrosão do SiO_2 sob os nano-fios. Para a caracterização, os nano-fios de Si foram analisados da forma : i) estrutural (cristalinidade e tensão, e composição na superfície), através de espectroscopias Raman e XPS, ii) morfológica da superfície e seção transversal através da microscopia eletrônica de varredura (SEM- Scanning Electron Microscopy), e rugosidade da superfície através da microscopia de força atômica (AFM- Atomic Force Microscopy).

Palavras-chave:

Nano-fios de Si, Transistores MOS, Micro e nano fabricação.

Introdução

A partir das propriedades da corrosão de um substrato cristalino por soluções alcalinas¹, após terem sido feitas fotografações de um padrão para a fabricação de um transistor 3D, foram feitas corrosões em uma bolacha de silício de duas polegadas de forma que atingíssemos o objetivo deste trabalho de iniciação científica que era a obtenção de nano fios de Si para serem usados como canal de condução de corrente elétrica destes transistores 3D.

Resultados e Discussão

Figura 1: Imagem em seção transversal da amostra, além das micropirâmides, podemos observar, embaixo da camada de SiO_2 , a corrosão na direção [110] e, logo abaixo, a corrosão na direção [111]. O esquema, no lado direito, mostra a estrutura com as orientações no Si.

Para as atividades, foi utilizada uma lâmina de Silício do tipo p com duas polegadas de diâmetro. Após serem cumpridas cada uma das etapas para a fabricação dos nano fios (listadas em resumo, de i a viii), a amostra foi analisada pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), instalado no sistema FIB (Focused Ion Beam) para que fosse analisada a dimensão de todas as estruturas formadas.

Pudemos observar a presença de micro-pirâmides de Si nas partes que não foram protegidas com fotoresiste e que ficaram, assim, expostas à solução corrosiva de NH_4OH , como mostra a figura 1. Observamos também a corrosão na direção [110] com uma altura de 68,4 nm e, logo abaixo, a corrosão na direção [111] formando uma parede de 1,56 μm , com altura de 1,47 μm . O esquema da figura, mostra também a estrutura com as orientações no Si.

Conclusão

Soluções de NH_4OH são usadas para obter micro-canais de silício, que foram fabricados em lâminas de Si, com superfície com orientação cristalográfica [100]. As análises SEM mostraram que para um grupo de amostras com espaçamento de 100 μm (ou mais) entre as linhas de SiO_2 com largura de 2 μm (ou mais), os valores das alturas das micro-pirâmides de até 920 nm, quando comparado com uma profundidade de canal desejada de 200 μm , representam uma razão entre si inferior a 5%. Assim, os micro-canais com formato de V Groove ou com micro-pirâmides foram obtidos, indicando que a nossa solução de NH_4OH é uma alternativa para obter estruturas 3D em substratos de Si sem ou com texturização.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). À Pró-Reitoria de Pesquisa da Unicamp (PRP). À Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Unicamp (FEEC) e ao Centro de Componentes Semicondutores e Nanotecnologias (CCSNano).

¹ Silva, A. R.: Texturização da superfície de silício monocristalino com NH_4OH e camada antirrefletora para aplicações em células fotovoltaicas compatíveis com tecnologia CMOS. Dissertação de Mestrado. 2012.