

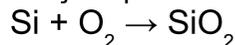
1. Introdução

O estudo da formação de nanopartículas (NPs) metálicas em diversas matrizes vem atraindo grande atenção no ramo da nanotecnologia nos últimos anos devido à sua capacidade de aliar as características inerentes da matriz com as propriedades oriundas da formação de aglomerados de átomos concentrados em pequenos volumes na matriz. A formação de NPs em filmes de óxido de silício apresenta grande aplicação para o desenvolvimento das tecnologias de transmissão de informação, fotônica e plasmônica. Um método alternativo de formar NPs metálicas embebidas em matrizes dielétricas é através da Síntese por Feixe de Íons.

2. Síntese de Nanopartículas

2.1 Oxidação do Silício (100)

O filme de óxido de silício ou sílica (SiO₂) forma-se através da reação do oxigênio com o silício. O processo utilizado foi o de oxidação seca, ou seja, com oxigênio puro por 2h a 1100°C. Nesta faixa de temperatura os átomos de oxigênio puro difundem pela sílica e reagem com os átomos de Si na interface SiO₂/Si. À medida que o substrato vai sendo consumido, a camada de óxido vai crescendo através da reação química:

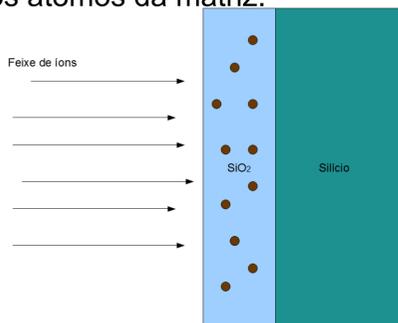


A camada final é de 200nm.

2.2 Implantação Iônica

A técnica de implantação de íons permite introduzir átomos de diferentes elementos químicos em uma matriz. Íons com uma energia E e fluência (número de íons por cm²) Φ são guiados até o alvo (amostra). Ao penetrar na amostra os íons começam a perder energia devido às colisões com os átomos da matriz.

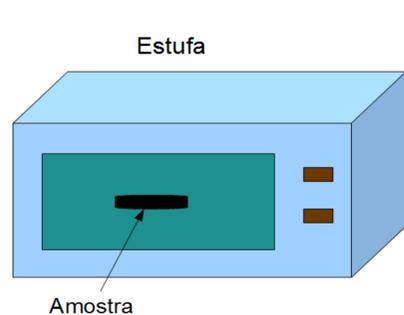
Íons de Ag implantados com
E = 200 KeV;
Temperatura ambiente;
Φ = 1x10¹⁶ atm/cm³.



2.3 Tratamentos térmicos - altas temperaturas

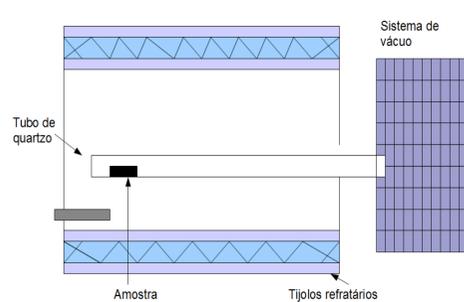
Dois tipos de tratamentos térmicos foram feitos com o objetivo de formar os sistemas de nanopartículas.

2.3.1 Envelhecimento



Atmosfera aberta
(em estufa simples);
Longo tempo (100 h);
Temperatura (200 °C)

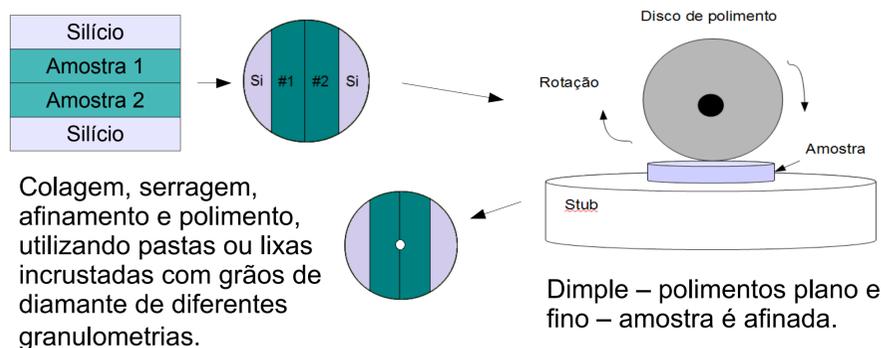
2.3.2 Reozimentos



Realizados em um forno tubular submetido a
Vácuo (p = 2x10⁻⁶ mbarr);
Tempo curto (1h);
Temperaturas: 750, 850 e 1000 °C.

2.3 Preparação de Amostras

Para que possamos observar as nanopartículas formadas a amostra deve ser muito fina, da ordem de 100 nm de espessura.

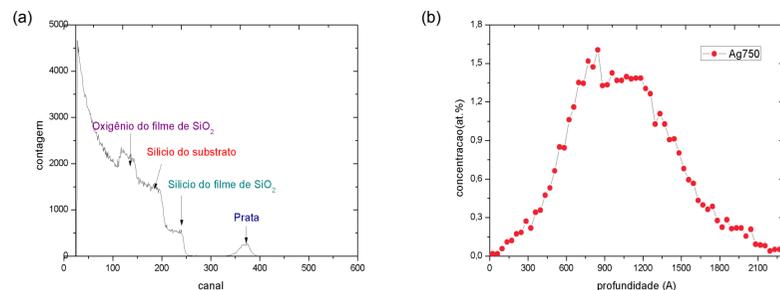


Colagem, serragem, afinamento e polimento, utilizando pastas ou lixas incrustadas com grãos de diamante de diferentes granulometrias.

3. Caracterização das amostras

3.1. Composição da amostra por RBS

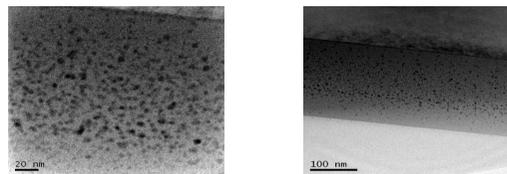
A técnica de RBS nos dá informações sobre as espécies atômicas contidas em uma amostra, relacionando, também, suas concentrações e distribuições em profundidade na amostra. A partir de uma reta de calibração transformamos o eixo de canal para Energia (MeV). O processo implica na conversão do espectro de Contagens x Energia (MeV) para um espectro de Concentração (at. %) x Profundidade (nm).



(a) Espectro cru de RBS obtido para uma amostra-alvo de SiO₂/Si implantada com íons de Prata. (b) Espectro transformado para Concentração x Profundidade da região de interesse.

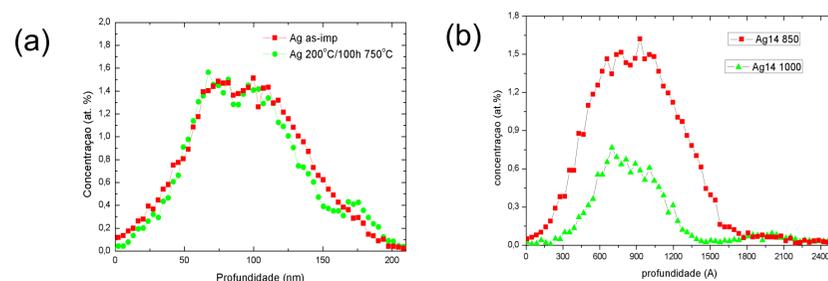
3.2 Imagens de TEM

A Microscopia Eletrônica de Transmissão permite a caracterização estrutural das amostras, possibilitando acompanhar a evolução térmica das nanopartículas.

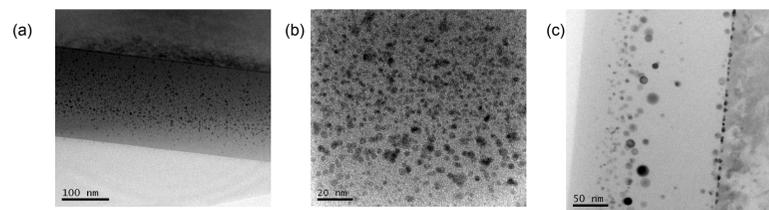


Imagens de MET das amostras (a) implantada, sem nenhuma nanopartícula e (b) e (c) recozidas a 750°C com nanopartículas de prata distribuídas ao longo do filme de SiO₂ e na interface do óxido com o Silício.

4. Resultados



Espectros experimentais de RBS das amostras (a) como-implantada e envelhecida + recozida a 750°C; (b) envelhecida + recozida a 850°C e envelhecida + recozida a 1000°C.



Micrografias (a) em visão transversal da amostra implantada com Ag após envelhecimento. (b) Imagem em alta resolução das NPs de Ag da região central do filme de SiO₂. (c) Da amostra envelhecida e recozida a 750°C.

5. Conclusões

a) Na Fig 4.a., os perfis de concentração da Prata da amostra como-implantada e da envelhecida e recozida a 750°C estão localizados na região central do filme de sílica, aproximadamente sobrepostos um ao outro. A área sob essas curvas é praticamente igual, onde apenas uma pequena parte do material implantado da amostra envelhecida+recozida migrou para a interface SiO₂/Si.

b) A Fig 4.b nos mostra que, em relação à amostra como-implantada e envelhecida+recozida a 750°C, não houve migração significativa de nanopartículas de Ag para a interface de sílica nas amostras envelhecidas e recozidas a 850°C e 1000°C. Observa-se, porém, que há grande perda de Ag na amostra envelhecida+recozida a 1000°C.