

Conclusões

Neste trabalho foi realizada uma grande intervenção nos equipamentos já existentes no Lab. Van de Graaff, do Departamento de Física da PUC Rio, visando a sua utilização para o crescimento de nanotubos por plasma dc.

Para tanto foram confeccionados na oficina mecânica o canhão de erosão catódica para a etapa de deposição do filme catalisador de Ni, todas as peças do interior do equipamento de PE-CVD utilizado no crescimento dos filmes de nanotubos de carbono, e a totalidade da construção da câmara de medidas elétricas.

Os sensores de gás baseados em nanotubos de carbono e as amostras para análise microestrutural foram produzidos em duas etapas distintas.

A primeira etapa foi a deposição do filme metálico catalisador sobre o substrato de silício oxidado. Nesta etapa inicialmente tentou-se utilizar um canhão do tipo *magneto-sputtering*. Com a configuração da câmara existente não foi possível o crescimento dos filmes de níquel, o plasma não era confinado pelo campo magnético existente no canhão. Assim foi montado na oficina mecânica um novo canhão todo em cobre para uso em campo alternado, sendo que o alvo fonte de níquel ficava fixado através de parafusos fixadores em sua base. Neste novo canhão foi possível a deposição dos catalisadores.

A segunda etapa da produção dos sensores consistia no crescimento por dc PE-CVD. Para tanto foi adaptada uma evaporadora térmica Edwards, com a construção dos contatos elétricos e suporte aquecido de amostras. Também foram construídos dois sistemas de mistura de gás. O primeiro consistia em um reservatório na qual eram injetados os gases para mistura e este reservatório fornecia já a mistura para o pulverizador dentro da câmara. Este sistema não mostrou-se eficiente, então foi feito o segundo sistema, onde os gases são injetados individualmente no sistema, assim misturados diretamente na entrada do pulverizador.

As medidas elétricas foram feitas em um terceiro aparato, onde a câmara e o sistema de evacuação e injeção de gases foram totalmente montados na oficina do Lab. Van de Graaff.

Foi demonstrado que o equipamento pode produzir nanotubos de boa qualidade e que estes podem ser utilizados para confecção dos sensores de gás. Demonstrou-se também que os sensores são sensíveis e de resposta rápida para os vapores combustíveis utilizados (gasolina e etanol) e a CO₂.

Em geral todos os sensores têm respostas rápidas para gasolina, da ordem de milissegundos, e alcançaram uma saturação dentro de 3s. No caso, um aumento na resistência é sugerido ser devido à presença de moléculas fortemente ligadas aos locais tipo piridina.

Para aumentar a sensibilidade destes tipos de sensores eles devem ser dopados com altas concentrações de N, de modo que baixas concentrações de vapores e gases produzam respostas extremamente rápidas, o que foi demonstrado com as medidas em baixa pressão na câmara de medidas de resistência.

Para que isso seja possível, algumas etapas ainda têm que ser vencidas, antes que protótipos possam ser desenvolvidos:

- estudar os contatos elétricos e seu papel no transporte eletrônico em MWNT;
- estudar o aspecto capacitivo dos filmes de nanotubos alinhados verticalmente;
- estudar o papel dos defeitos nos mecanismos de transporte;
- otimizar a sensibilidade e a seletividade dos MWNT através da funcionalização de sua superfície.

Um dos caminhos possíveis é a funcionalização com nanopartículas metálicas e de seus óxidos.