

Resumo

A miniaturização dos dispositivos tem aberto portas para um novo campo nas ciências exatas, o de materiais nano-estruturados. Um exemplo deste tipo de material são os nanoagregados atômicos ou *clusters*. Estas partículas são estruturas compostas por 2 a 10^7 átomos de um mesmo material ou ligas, podendo ter suas propriedades alteradas consideravelmente com o acréscimo de um único átomo ao sistema. Esta sensibilidade ao número de constituintes e também à maneira como estas se dispõem tornam interessante o estudo sobre este tipo de material. Em nosso grupo está sendo desenvolvida uma máquina capaz de sintetizar e caracterizar agregados metálicos contendo poucos átomos. O funcionamento da máquina é baseado na síntese destes agregados em uma nuvem de gás e na sua deposição ou codeposição em uma matriz. Este substrato é formado por átomos gerados através do uso de uma evaporadora por feixe de elétrons (e-Beam). O objetivo deste projeto é a construção e caracterização da evaporadora que será utilizada para depositar a matriz metálica sobre a amostra, criando um substrato no qual os agregados serão depositados ou embebidos.

Introdução

Clusters: O que são e por que estudá-los?

- São Partículas diminutas da ordem de nanômetros, compostas por um número de átomos que pode variar entre 2 e 10^7 átomos, ficando estes na fronteira entre o mundo atômico e o *bulk*.
- Seu tamanho faz com que grande parte, se não a totalidade, de seus átomos estejam em sua superfície.
- Possuem aplicações diversas, entre elas em optoeletrônica, óptica e engenharia de materiais.

A Máquina Geradora de Clusters

A máquina que está sendo construída no GFNMN foi projeto de Mestrado e Doutorado do Físico Artur D. Tavares de Sá.

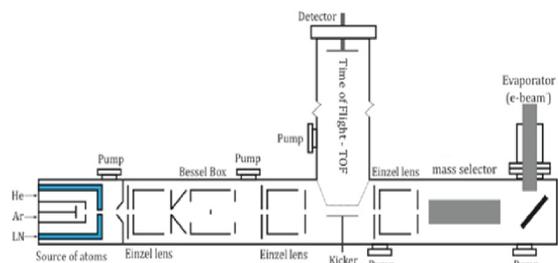


Figura 1 – Átomos são removidos através do método de pulverização catódica de um alvo metálico gerado por um plasma de argônio e se agregam dentro da câmara de agregação. Após a agregação, os agregados são acelerados através de um conjunto de lentes eletrostáticas em direção ao TOF – Time of Flight Sensor – onde será feito um espectro do que foi produzido na agregação. Em seguida, os agregados produzidos são selecionados em massa e por fim depositados sobre uma matriz de substrato gerada por uma evaporadora tipo electron Beam (e-Beam).

Evaporadora tipo electron-Beam (e-Beam)

Concebida inicialmente no Laboratório Nacional de Nanotecnologia – o LNNano no CNPEM – a evaporadora se compõe basicamente por um cadinho de carbono removível, um filamento de tântalo, e um receptor de elétrons que serve como parâmetro de fluxo termo eletrônico.



Figura 2 – (i) Esquema da evaporadora tipo e-beam (*Electron Beam*). O filamento – à direita no esquema – que ao ser aquecido passa a emitir elétrons vindos de uma corrente I_{fil} devido ao efeito termoiônico. Um cadinho contendo o substrato – ao centro do esquema – é posto em alto potencial elétrico, atraindo grande parte destes elétrons e gerando uma corrente I_{cad} que aquece e evapora o substrato. (ii) Ao lado uma imagem da evaporadora utilizada na máquina de nanoagregados.

Objetivos

- Construção e caracterização da eletrônica de suporte de um evaporadora de metais tipo electron-Beam.
- Instalação da evaporadora em vácuo e caracterização.

Projeto e Caracterização

- Desenvolvimento e caracterização de uma fonte de alta tensão capaz de alimentar o cadinho.
- Caracterização de uma fonte de corrente para o filamento.
- Teste de funcionalidade da evaporadora.

Fonte de Alta Tensão

Esta fonte é composta por:

- Fonte chaveada comercial HVPS (*High Voltage Power Supply*) da Ultravolt®, modelo 2C24 – P250.
- Fonte chaveada da MCE®, modelo CHM 24-15.
- Displays para o monitoramento de corrente e tensão.

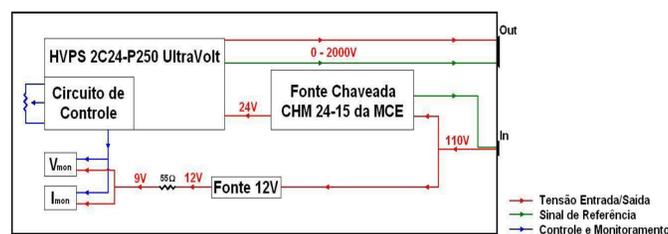


Figura 3 – A HVPS recebe uma tensão contínua de 24V vinda da fonte chaveada da MCE, que por sua vez será alimentada por uma tensão alternada de 110V – 60Hz. Está acoplado à HVPS um circuito de controle capaz de regular a tensão de saída da fonte através do uso de um potenciômetro e também de monitorar a saída de tensão e corrente através do uso de displays.

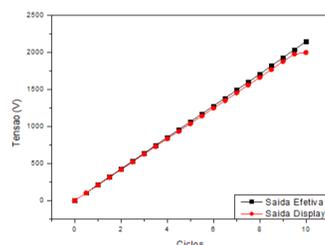


Figura 4 – Tensão da HVPS. Saída efetiva de tensão: $(214,4 \pm 0,3)$ V/ciclo. Saída no display de tensão: (206 ± 1) V/ciclo

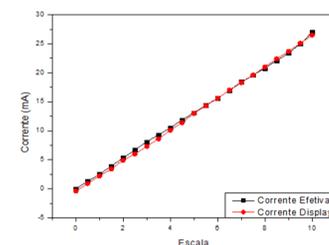


Figura 5 – Corrente na HVPS. Saída efetiva de corrente: $(2,63 \pm 0,01)$ mA/ciclo. Saída no display de corrente: $(2,70 \pm 0,01)$ mA/ciclo

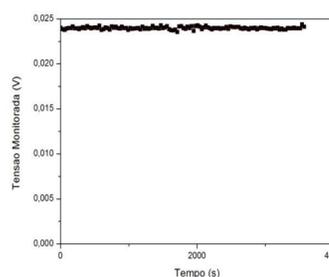


Figura 6 – Tensão de saída da fonte chaveada CHM 24-15 ao longo de uma hora. Coeficiente angular: (-2 ± 9) nV/s.

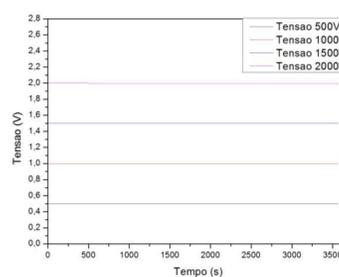


Figura 7 – Tensão de saída da HVPS para quatro diferentes valores de tensão ao longo de uma hora.

Fonte de Corrente

Esta fonte não foi desenvolvida neste projeto, apenas caracterizada. A rotina de caracterização seguiu o padrão adotado para a HVPS.

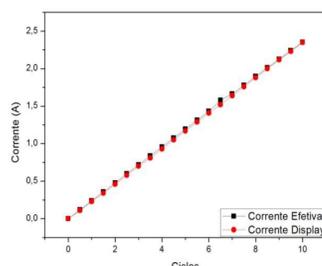


Figura 8 – Linearidade da fonte de corrente. Saída Efetiva de corrente: $(0,23611 \pm 0,00001)$ A/ciclo. Saída lida no display: $(0,2359 \pm 0,0007)$ A/ciclo

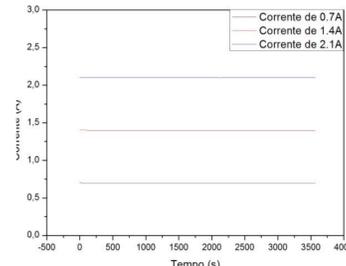


Figura 9 – Corrente de saída para três diferentes valores de corrente ao longo de uma hora.

Microbalança de Quartzo

Para a caracterização da taxa de deposição da evaporadora seria utilizada uma microbalança de quartzo a fim de determinar as taxas de evaporação para diversos parâmetros de tensão no cadinho e corrente no filamento. Para tal foi adquirida uma microbalança da Sycon®, com um emissor de sinal modelo STM-1. O sistema demonstrou estar com problemas de comunicação, e com o auxílio do Laboratório de Pesquisas Fotovoltaicas, fomos capazes de determinar que o problema era a própria microbalança. Outra microbalança foi adquirida, porém com geometria mais compatível às necessidades do grupo, de modo que os testes na mesma serão realizados em outro projeto de iniciação científica.

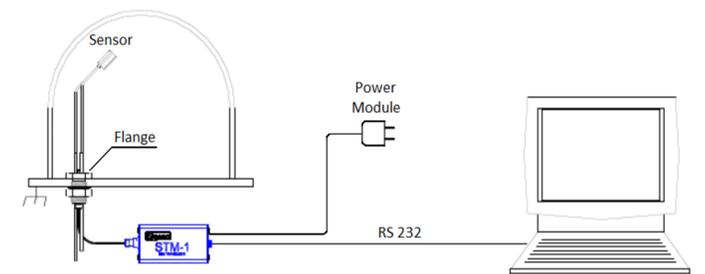


Figura 10 – Esquema de montagem da microbalança

Evaporadora

A evaporadora foi instalada em uma câmara de vácuo a uma pressão da ordem de 10^{-3} mbar, a fim de fazermos uma deposição de filme fino, comprovando assim a funcionalidade da evaporadora. Depositou-se prata sobre um porta amostras de vidro com um obstáculo, resultando na formação de um filme com um degrau, de modo que o filme tivesse espessura de 61nm. Os parâmetros utilizados foram variados ao longo de 25 minutos de deposição nas seguintes faixas:

- Tensão no cadinho: 600V e 800V
- Corrente no filamento: 1,4 A e 2,1 A

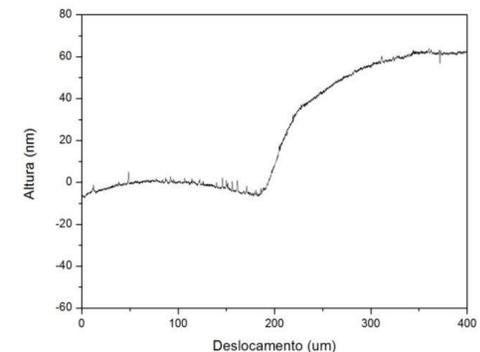


Figura 11 – Gráfico do perfil do degrau do filme fino depositado sobre a amostra. Este perfil nos permite verificar que após os 25 minutos de deposição, a evaporadora foi capaz de gerar um filme de aproximadamente 61nm de espessura, ou seja, uma taxa média de 2,44 nm/min.

Conclusão

- A eletrônica de suporte esta funcional. A fonte de alimentação do cadinho pode fornecer uma tensão de até 2130 V e a fonte de corrente do filamento é capaz de fornecer uma corrente de até 2,35 A.
- A evaporadora esta operante, de modo que será necessário apenas um teste de deposição para diferentes parâmetros. Tais testes serão realizados em meu próximo projeto de iniciação científica.