

## FABRICAÇÃO DE UM CONJUNTO DE PULVERIZAÇÃO CATÓDICA TIPO MAGNETRON

Naelkanth G. Dhere\*, Carlos L. Ferreira, Leila R.O. Cruz, Leonardo F. Cruz e Irani G. Mattoso

Instituto Militar de Engenharia, Seção de Engenharia de Materiais,  
Pça Gen Tiburcio 80, Urca, 22290 - Rio de Janeiro - Brasil

\*Atualmente no Solar Energy Research Institute, Golden, CO 80401, EUA

## RESUMO

A técnica de pulverização catódica tipo magnetron permite a obtenção de filmes finos com altas taxas de deposição, com pressões e voltagens mais baixa que as utilizadas com os sistemas de pulverização catódica convencionais<sup>1,2</sup>. Pode-se depositar filmes finos metálicos, semicondutores e dielétricos.

O trabalho descreve o projeto e construção de um conjunto de pulverização catódica planar tipo magnetron com alvos de 3" de diâmetro. O conjunto apresenta como principal vantagem o fato de não necessitar de conectores ("feedthru's) de alta voltagem e resfriados a água, uma vez que as ligações elétricas serão realizadas fora do vácuo.

## 1 - INTRODUÇÃO

Dentre os inúmeros métodos de fabricação de filmes finos<sup>3</sup>, o de pulverização catódica é particularmente versátil e eficiente no controle da deposição de materiais com composições complexas.

Recentes pesquisas em pulverização catódica tipo magnetron indicam que este método minimiza os danos causados no substrato pela radiação, fornece maiores taxas de crescimento, ausência de contaminações e ajuste independente dos parâmetros de deposição<sup>4</sup>.

A montagem do conjunto, figura 1, será realizada sobre uma placa de aço inoxidável sendo esta, parte integrante do sistema de alto-vácuo ( $>10^{-8}$  Torr). As principais peças do conjunto são: i) placa de resfriamento de cobre sobre a qual será montado o alvo, sendo fixado através de uma solda de Índio-Estanho (In:Sn) com temperatura de fusão de  $-110^{\circ}\text{C}$ ; ii) placa isolante de teflon com espessura de  $1/4"$  ou  $3/8"$ , com uma canaleta para a colocação de "O ring"; iii) dois conjuntos de ímãs permanentes de Samário-Cobalto (Sm-Co) cortados em uma máquina de eletroerosão em tamanhos de  $1/2"x1,2"x1,2"$  a partir de um bloco retangular de  $2"x2"x1,2"$ . Será formado um anel externo colocando-se no centro outros pedaços com polarização oposta; iv) bloco de aço de baixo carbono o qual será colocado em contato com uma placa de teflon que precionará os ímãs con-

tra a peça de cobre; v) "Dark Shield" que servirá de bloqueador lateral ao feixe de íons energéticos.

O conjunto será mantido a uma voltagem de até 1000 volts, utilizando uma fonte comercial. Quase todas as dimensões são múltiplas de  $1/32"$  para facilitar o processo de usinagem.

## 2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

## 2.1 - Recipiente de Cobre para Resfriamento do Alvo

As figuras 2.a e 2.b mostram respectivamente a seção reta e a vista de cima do recipiente de cobre. Esta peça deverá ser usinada a partir de um bloco de cobre compacto, não poroso, de boa qualidade, adequado para uso em sistemas de vácuo. As paredes cilíndricas terão diâmetro externo de 3" com espessura de  $1/8"$ , exceto a parte superior que deverá ser de  $3/4"$  de espessura a fim de que se possa confeccionar duas canaletas para a acomodação dos "O rings" da parte superior e inferior. Todos os "O rings" serão de Viton, com diâmetro interno de  $4\ 1/8"$  e diâmetro externo de  $4\ 3/8"$ . O recipiente tem quatro furos simétricos de  $3/8"$  de diâmetro, colocados sobre um círculo de 5" de diâmetro. A parte interna do recipiente tem diâmetro de  $2\ 3/4"$  e altura de precisamente 1,000". Com o empilhamento das duas camadas dos ímãs de SmCo, tem-se um casamento perfeito do conjunto, possibilitando o contato íntimo com a placa superior de teflon. Será realizado um corte simétrico entre os dois pares de furos, mantendo-se a distância de  $5\ 3/8"$  entre as duas regiões planas, para que se possa fazer a ligação de água que resfriará o alvo e a ligação de tensão de polarização. Deverá ser utilizada água deionizada de  $1\text{M}\Omega$  de resistividade para evitar choques elétricos e correntes de fuga.

## 2.2 - Alvo

O alvo do material a ser depositado, com diâmetro de 3", será montado sobre a parte inferior do recipiente de cobre. Para a fixação do alvo, será utilizada uma solda de In:Sn. A região onde a solda será colocada deverá ser o mais coincidente possível com as posições dos ímãs, pois nestas regiões haverá a maior incidência dos íons energéticos que efetuará a pulverização. O projeto permitirá a colocação de alvos com espessuras de  $1/8"$  e  $1/4"$ , havendo a necessidade apenas de se trocar a placa isolante de Teflon para que a separação entre o alvo e o "dark shield" seja mantida. O projeto não incluiu a utilização de alvos de materiais ferroelétricos ou magnéticos.

### 2.3 - Imãs permanentes de Samário-Cobalto

Foram escolhidos imãs permanentes de samário-cobalto pois sendo estes imunes a corrosão, é possível fazer a imersão em água, constantemente. Os imãs proporcionam campos magnéticos razoavelmente altos para alvos não magnéticos de até 1/4" de espessura. Será formado um anel externo com duas camadas superpostas, colocando-se uma outra camada no centro com polarização oposta completando-se o circuito magnético através da placa de aço de baixo carbono colocada sobre a peça superior de teflon.

### 2.4 - Isolantes de Teflon

As placas e peças de teflon isolarão eletricamente o recipiente de cobre que será mantido a um potencial de 1000V. Escolheu-se placas com diâmetro de 5 3 1/32" e espessura de 1/4" para alvos com espessura de 1/8" e placas com espessura de 3/8" para alvos com espessura de 1/4". A placa inferior possui uma canaleta para a colocação do "O ring" de vedação de vácuo e furos para a sua fixação no recipiente de cobre.

### 2.5 - Placa de Aço de Baixo Carbono

A placa de topo de aço de baixo carbono que completará o circuito magnético tem espessura de 1/2" e diâmetro de 5 31/32" com canaletas e furos, idênticos à placa de teflon. Esta placa servirá também para o aterramento elétrico do conjunto.

### 2.6 - "Base Plate"

Esta placa servirá de base para a montagem do conjunto de pulverização catódica. A placa terá diâmetro de 6" e possui um furo central de 4" de diâmetro. A superfície da placa deverá ser plana e lisa.

No lado superior da placa serão colocados quatro furos com rosca simetricamente dispostos sobre um círculo de 5" de diâmetro para a fixação de todo o conjunto anteriormente descrito. Na parte inferior será fixado o "dark shield".

### 2.7 - "Dark Shield"

São peças aterradas, confeccionadas em alumínio, que evitarão a extensão do plasma na parte lateral do alvo e do recipiente de cobre (figura 3). A escolha do alumínio como o material para a confecção do dispositivo, baseia-se no fato de que o alumínio tem uma taxa de pulverização catódica muito baixa. A abertura de 3" de diâmetro coincide com o diâmetro do alvo. A região cônica da peça evita o sombreamento e espalhamento do material que está sendo pulverizado. É importante observar que para uma pulverização catódica com fonte CC, uma separação menor que 1/16" entre o alvo e o anteparo torna-se necessária. Entretanto, se a pulverização for por RF é necessário uma separação ainda menor que 1/32" entre o alvo e o anteparo.

### 2.8 - Espaçador Magnético

O espaçador de aço de baixo carbono completa o circuito magnético na parte frontal. Esta peça, em forma de anel, é colocada na abertura da "base plate", em torno do recipiente de cobre, sem contato elétrico com o mesmo. Alguns pesquisadores e fabricantes acham conveniente que as linhas magnéticas sejam curvadas, terminando em cima do "dark

shield". A colocação desta peça possibilitará a verificação desta hipótese.

### 2.9 - Anteparo

Um anteparo cilíndrico de diâmetro interno de 6" e diâmetro externo de 6 1/4" servirá de proteção contra contatos com voltagens altas (-1000 V) e conterá o campo magnético dos imãs na região de interesse onde ocorre a pulverização.

### 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como os alvos geralmente são caros, eles devem ser colocados sobre recipientes específicos de cobre, utilizando a solda de In:Sn, evitando-se desta forma a retirada dos mesmos, do recipiente de cobre.

Pretende-se caracterizar o sistema de pulverização catódica tipo magnetron a partir da deposição de filmes finos de  $In_2O_3:Sn$ , Mo e  $SiO_2$ , através de fontes de tensão CC e RF.

### 4. BIBLIOGRAFIA

- 1- F.O. Sequeda; Journal of Metals (1985) 55.
- 2- J.A. Thornton, Thin Solid Films, 80 (1981) 1.
- 3- J.A. Thornton, Rev. Bras. Apl. Vac., 2 (1982) 89.
- 4- J.L. Vossen e W. Kern, in Thin Filme Processes, Academic Press, New York, 1978.

### 5. FIGURAS

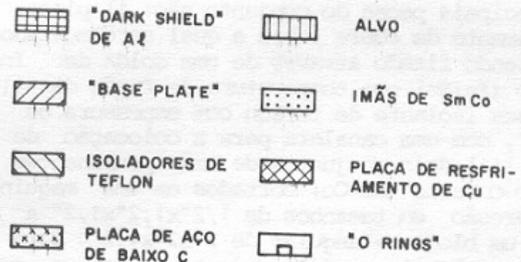
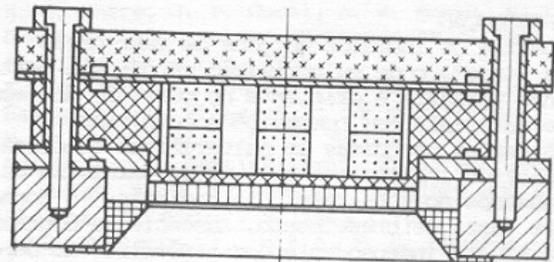


Figura 1: Vista seccional do conjunto de pulverização catódica.

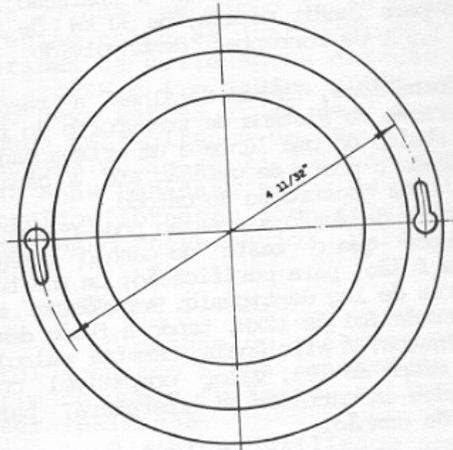
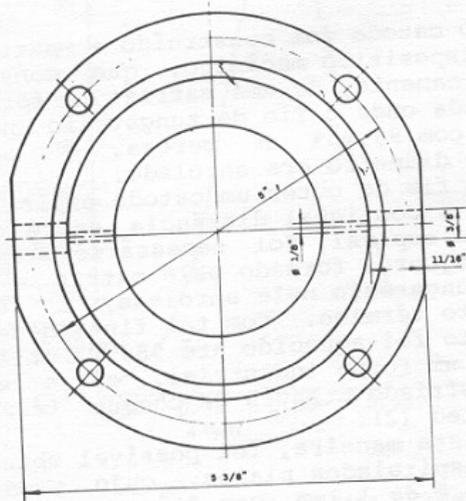
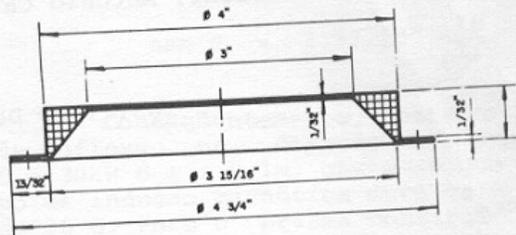
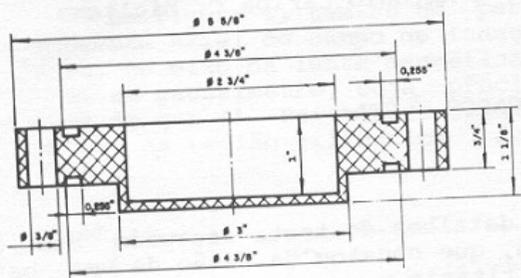


Figura 2a. e 2b.: Vista seccional e superior do recipiente de cobre para resfriamento do alvo.

Figura 3a. e 3b.: Vista seccional e superior do dispositivo de confinamento do plasma.