

CONSTRUÇÃO DE UMA SONDA CALORIMÉTRICA PARA MEDIDAS DE FLUXO DE ENERGIA EM UM SISTEMA MAGNETRON SPUTTERING

Thais Macedo Vieira¹, Julio César Sagás²

¹ Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física CCT - bolsista PROBIC/UDESC

² Orientador, Departamento de Física CCT – julio.sagas@udesc.br

Palavras-chave: Sonda calorimétrica, fluxo de energia, plasma.

Dentre os diversos processos de deposição de filmes, se destaca a pulverização catódica (*magnetron sputtering*). O processo consiste em uma descarga que é gerada e confinada magneticamente em frente a um cátodo (alvo). Os íons gerados no plasma são acelerados em direção ao alvo, transferindo energia para os átomos da superfície, levando ao fenômeno de *sputtering*. Os átomos ejetados condensam em uma superfície (substrato) formando o filme [1].

A estrutura e as propriedades dos filmes são fortemente dependentes dos parâmetros envolvidos na deposição. O bombardeamento do substrato por partículas energéticas (íons, elétrons metaestáveis) fornece energia ao filme. Com a transferência de energia, a densidade, a morfologia e a fase cristalina do filme variam, logo, se deve monitorar o fluxo de energia para controlar as propriedades do material depositado [2].

Este trabalho consiste na construção de uma sonda calorimétrica para obter medidas do fluxo de energia para o substrato. O método de sonda calorimétrica consiste na medida de temperatura de uma sonda em função do tempo. Sabendo-se a massa e calor específico do material da sonda é possível então calcular o fluxo de energia para o substrato [3].

Desta forma, foi projetada e construída uma sonda calorimétrica para medidas de fluxo de energia durante a deposição de filmes por *magnetron sputtering*. A sonda consiste em um disco de cobre com 20 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura. Foi feito um furo passante para o termopar. A escolha pelo cobre se deve a sua alta condutividade térmica. As dimensões reduzidas também garantem que o tempo de medição possa ser mais rápido, uma vez que o tempo para estabilização da temperatura será menor. A sonda é posta em um suporte de cerâmica Macor cilíndrica. No local de rebaixo é inserido o disco de cobre de diâmetro e espessura correspondentes.

A cerâmica foi usinada nas dependências da UDESC, oficina do departamento de física, assim como o disco de cobre. A escolha da cerâmica Macor foi definida pela usinabilidade do material, pois é um tipo de cerâmica que permite o uso de ferramentas de corte mais usuais, e pela sua resistência a elevadas temperaturas, ser um isolante elétrico excelente para altas tensões e, principalmente, por ter uma baixíssima condutividade térmica, garantindo que não haverá perdas de calor da sonda para o suporte cerâmico. Atravessando o suporte até a sonda, é inserido um termopar do tipo K para a medida de temperatura.

Foram feitas deposições sobre o disco de cobre medindo o tempo e a temperatura durante aproximadamente dez minutos. A pressão utilizada foi em torno de 0,40 Pa. Foi utilizado um alvo de aço inoxidável e argônio como gás de trabalho. Inicialmente, com a sonda em potencial flutuante, foram realizadas medidas para diferentes potências do plasma (20, 50, 100, 200, 400, 600, 800 e 1000 W). Posteriormente, utilizou-se a fonte no modo pulsado com tempo de pulso desligado e potência média fixos em 1,1 μ s e 400 W. Estas medidas foram feitas para frequências de 0, 50, 100, 150, 150 e 200 KHz. A sonda também foi polarizada negativamente e positivamente (-90 V e 20 V) utilizando potência em 400 W (DC), e aterrada.

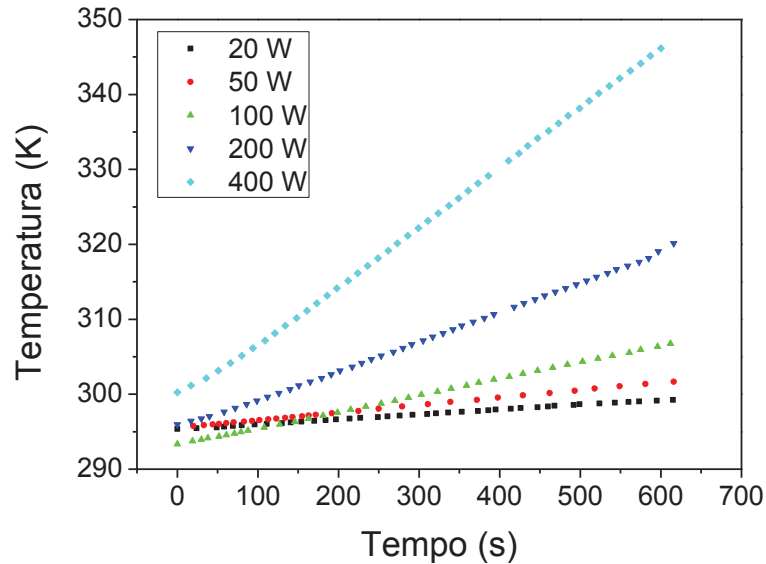


Fig. 1 Curvas da temperatura em função do tempo para as potências de 20, 50, 100, 200 e 400 W.

O gráfico apresentado na Fig. 1 relaciona a temperatura em função do tempo para diferentes potências aplicadas ao plasma. Consta-se que quanto maior a potência, maior é a taxa de variação da temperatura em função do tempo, como indicado pelas inclinações das curvas. Isto indica um maior fluxo de energia para o substrato com o aumento da potência do plasma. Este resultado é conhecido e indica um correto funcionamento da sonda calorimétrica.

Referências

- [1] L. C. Fontana, J. R. L. Muzart. *Surface and Coatings Technology* 107 (1998) 24.
- [2] CORMIER, P.-a. et al. Titanium oxide thin film growth by magnetron sputtering: Total energy flux and its relationship with the phase constitution. **Surface And Coatings Technology**, [s.l.], v. 254, p.291-297, set. 2014. Elsevier BV.
- [3] Kersten, H., Deutsch, H., Steffen, H., Kroesen, G. M. W., & Hippler, R. (2001). The energy balance at substrate surfaces during plasma processing. *Vacuum*, 63, 385–431. [http://doi.org/10.1016/S0042-207X\(01\)00350-5](http://doi.org/10.1016/S0042-207X(01)00350-5)