

DISTRIBUIÇÃO DE ESPESSURA EM FILMES FINOS
POR DEPOSIÇÃO A VÁCUO

Roberto Verzini, Sérgio A.A. Nobre
D.F. Vasconcellos S.A.
Av. Indianópolis, 1706, São Paulo - S.P.

A produção de filmes finos para componentes ópticos numa indústria, exige uma atenção especial no sentido de obter reproduzibilidade e o maior aproveitamento possível da área útil no sistema de evaporação. Daí a necessidade de se obter uma geometria conveniente e que minimize os efeitos causados pela variação de parâmetros que afetam sensivelmente a distribuição do vapor. Discutiremos os resultados obtidos na fabricação de um filme com particular distribuição de espessura.

Vapor, Distribuição, Espessura

1- Introdução

Um requisito de fundamental importância na fabricação de filmes finos por deposição a vácuo, é obter uma distribuição de espessura conveniente e que possa ser reproduzida de forma satisfatória.

Uma distribuição de espessura uniforme, geralmente é necessária, quando se deseja produzir; camadas ou conjunto de camadas anti-refletoras ou refletoras, às vezes pode ser necessário, camadas com distribuição de espessura variável, para produzir filtros ópticos cuja densidade varia: linearmente ao longo de uma superfície retangular ou angularmente em torno de um disco. Um exemplo de componente óptico onde se utiliza camadas com espessura variável e o filtro do tipo cunha. Um filtro cunha, pode ser construído basicamente por: duas camadas refletoras e separadas por

uma camada transparente de espessura variável, esta camada constitui a cavidade do filtro. Discutiremos alguns detalhes da fabricação destes filtros e apresentaremos alguns resultados obtidos em filtros com uma cavidade, onde a variação de espessura ocorre ao longo de uma superfície retangular. A estrutura deste conjunto de camadas está esquematizada na figura 1.



FIGURA 1

A espessura da camada não metálica (transparente), basicamente determina o comprimento de onda (λ) para o qual se obtém máxima transmissão ($\lambda_{\text{máx}}$), este valor está relacionado com a espessura da camada não metálica pela expressão:

$$\lambda_{\text{máx}} = 2\pi \frac{nh}{(m\pi - \sigma)}$$

onde: n = índice de refração da camada não metálica
 h = espessura da camada não metálica
 m = ordem de interferência
 σ = mudança de fase na interface, metal e não metal

Portanto $\lambda_{\text{máx}}$ está também relacionado com uma posição de finida ao longo da superfície retangular, entretanto esta relação é apenas aproximadamente linear se considerarmos a dispersão de n bem como a dispersão da camada metálica. (1-4)

2- Fabricação

O sistema de vácuo utilizado na fabricação de filtros cunha, é um evaporador CVC com campânula de vidro e bomba de difusão de 6 polegadas, equipado com monitor óptico de espessura, com possibilidade de fazer o monitoramento por reflexão ou por transmissão e o porta substrato é giratório. Durante a deposição da camada com espessura variável o porta substrato gira a aproximadamente 20 RPM e o vapor é interrompido ciclicamente, quando o substrato passa pela região de sombra, produzida por obturadores convenientes, colocados próximos do porta substrato, conforme está indicado na figura 2.

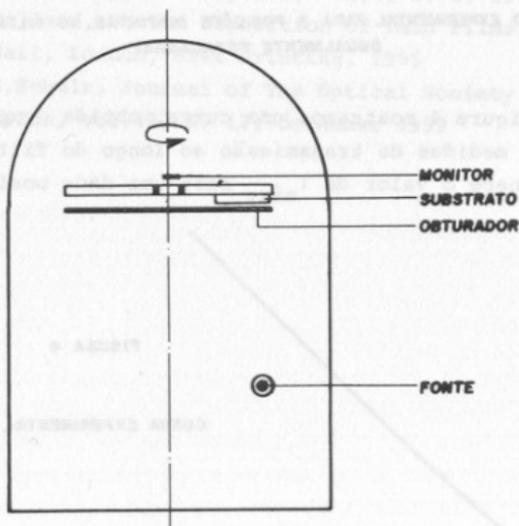
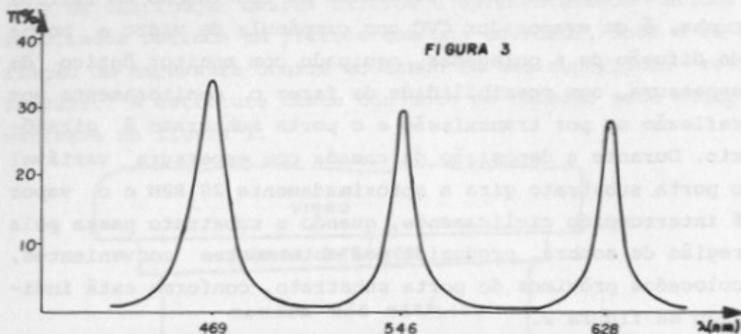


FIGURA 2

3- Resultados

Os materiais escolhidos para a fabricação de filtros cunha, foram aqueles com os quais já tínhamos adquirido melhor controle para o processo. Utilizamos para as camadas metálicas, Ag com espessura de 45 nm e para a camada não metálica, criolita ($\text{Na}_2\text{A}_1\text{F}_6$). Na figura 3, mostra-

mos a curva de transmissão, para três posições da superfície retangular, distanciadas igualmente a cada 15 mm.



RESULTADO EXPERIMENTAL PARA 3 POSIÇÕES DISTINTAS NO FILTRO
(IGUALMENTE ESPAÇADAS)

Na figura 4 mostramos uma curva, obtida experimentalmente por medidas de transmissão ao longo do filtro, esta curva fornece o valor de $\lambda_{\text{máx}}$ para uma dada posição.

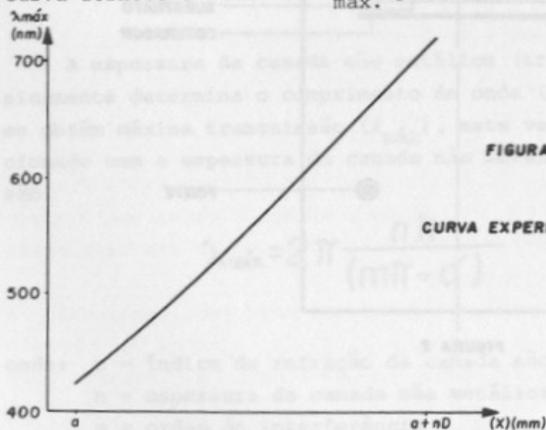


FIGURA 4
CURVA EXPERIMENTAL $\lambda_{\text{máx}}(x)$

4- Conclusão

As propriedades ópticas, bem como a distribuição de espessura para um filme depositado a vácuo, são sensivelmente

afetadas pela técnica e parâmetros da evaporação. Em circunstâncias ideais, que são difíceis de serem realizadas na prática, podemos estabelecer um objetivo em termos de distribuição de espessura, preparar o sistema e obter os resultados desejados. O que procuramos mostrar aqui através dos resultados é que podemos minimizar os efeitos das variações dos parâmetros da evaporação, utilizando obturadores convenientes para cada objetivo, com bons resultados.

5- Bibliografia

1. J.H.Apfel, Applied Optics, vol.4, Nº 8, 1965
2. A.Thelen, Applied Optics, vol,4, Nº 8, 1965
3. L.Holland, Vacuum Deposition of Thin Films, Chapman & Hall, London, Sixth Printing, 1965
4. L.G.Schulz, Journal of The Optical Society of America, vol.49, Nº 12, december 1959

1- Introdução

A medida da espessura e do índice de refração de [1] nos filmes através do acoplamento de ondas guiadas por [2] é uma técnica bem conhecida [3] [4] [5]. Analisa-se neste trabalho a possibilidade de se usar esta técnica para a verificação de pequenas variações de espessura e índice de refração de filmes.

2- Guia Plasmônico e Acoplamento por Filmes

Um guia de ondas dielétrico com geometria plana admite um campo total de ondas para cada tipo de polarização: TE ou TM. No caso de polarização TE a equação que relaciona as propriedades do guia com as ondas guiadas é: