METALIZAÇÃO DE FIBRAS ÓTICAS

Flávio Borin, Felipe Rudge Barbosa

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento
CPqD - TELEBRÁS
C.P. 1579 - CEP. 13100
Campinas - SP - Brasil

Desenvolvemos técnicas de metalização de fibras óticas de vidro por evaporação, com a finalidade de utilizar essas fibras em processos de fixação metálica por soldas. Obtivemos excelentes resultados de deposição com filmes de Ti-Au e NiCr-Au. A uniformidade dos filmes depositados foi garantida por um dispositivo suporte para as fibras, que permite o posicionamento dinâmico ótimo das fibras no interior da câmara de evaporação. A aderência dos filmes foi comprovada em testes de raspagem e tração, sendo resistentes a esforços de até 670 kgf/cm². Fibras metalizadas usadas em cápsulas herméticas confirmaram os testes de aderência e uniformidade, sendo aprovadas nos testes de fuga.

Metalização, Fibras Óticas, Evaporação

Quando se tem dispositivos optoeletrônicos (lasers semicondutores, LEDs, fotodetetores) acoplados a fibras óticas e encapsuladas herméticamente, é necessário que não haja fuga no ponto de entrada da fibra. Para garantir a longevidade do encapsulamento, evita-se quaisquer materiais orgânicos no interior do encapsulamento, tais como epoxies e plásticos; assim a fibra deve ser fixada por meio de sol

da no ponto de entrada, e também no ponto em que está acoplada ao dispositivo emissor ou receptor de luz.

O objetivo principal deste trabalho é conseguir metalização em torno das fibras com ótima aderência; além de boa aderência, é necessário que se tenha boa uniformidade na deposição, porque depois de soldada será submetida a testes de permanência, tração e hermeticidade.

Visando cumprir esses objetivos, apresentamos o desenvolvimento e os resultados de alta confiabilidade das deposições de filmes metálicos de Ti-Au e NiCr-Au, bem como resultados de outras metalizações, que logramos obter nas fibras óticas de vidro usadas no encapsulamento de nossos dispositivos.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E RESULTADOS

As fibras, quando da sua utilização no encapsulamento, são soldadas com ligas que contém Sn e In; com o tempo, ou temperatura ou ambos, estas ligas difundem-se com o Au [1]. Se a camada de Au não for suficientemente grossa, o composto resultante dessa interdifusão não tendo aderência, desprende-se da fibra [2]. A espessura mínima adequada é de 2000 Å.

A deposição do filme de Au na fibra, pressupõe a deposição de um filme metálico base, devido à aderência do Au na superfície vítrea não ser boa [3]. O filme base deve também apresentar numa espessura adequada: por um lado deve apresentar uma espessura mínima para servir como base, por outro lado deve apresentar uma espessura máxima, acima da qual tensões mecânicas tornam a fibra quebradiça. Observamos que o valor adequado situa-se em torno de 500 Å.

Deposição dos filmes

As fibras utilizadas são constituidas de uma parte sólida de vidro, onde serão depositados os filmes, e duas camadas de compostos orgânicos para proteção mecânica, conforme Fig. 1.

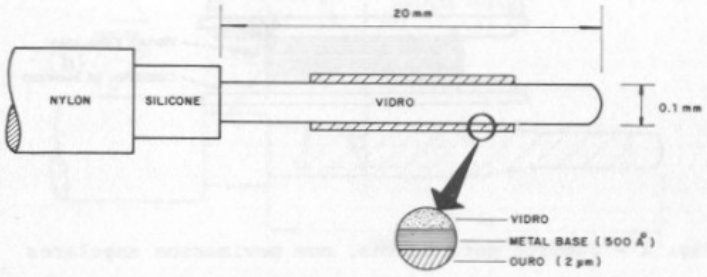


Fig. 1 - Representação esquemática da fibra metalizada.

A deposição por evaporação é realizada apenas na extremidade da fibra, depois de removidos o nylon e o silicone. Toma-se especial cuidado na remoção total do silicone e limpeza de substrato. Devido ao fim a que se destinam, as fibras tem um comprimento total de 1,2 a 1,5 metros, por isso foi necessário construir um dispositivo especial para suportar as fibras no interior da câmara de evaporação. Esse dispositivo (Fig. 2) tem capacidade para 10 fibras; possui movimento angular em relação à vertical (ângulo θ na Fig. 2), para que se possa posicionar as fibras sem que uma faça sombra a outra; e movimento de rotação em torno de seu eixo. Serve também para proteger a parte não exposta das fibras do calor irradiado pelo metal fundido.

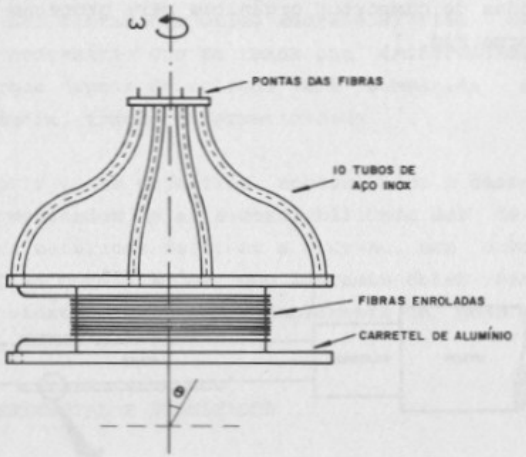


Fig. 2 - Suporte para fibras, com movimentos angulares θ e ω.

Resultados Preliminares

As primeiras tentativas foram feitas com Cr-Au e Ni-Au. Conseguiu-se boa uniformidade das deposições em toda a superfície da ponta das fibras, o que comprovou a adequação e o ótimo desempenho dinâmico do dispositivo da Fig. 2. Porém a aderência não foi satisfatória, devido principalmente a problemas de limpeza do substrato. Uma dificuldade adicional que surgiu foi a absorção de luz do interior da fibra pelo filme metálico. Solucionamos o problema da aderência revendo e otimizando os processos de limpeza. Já o efeito de absorção foi constatado ser um problema relacionado com as condições de lançamento e propagação da luz na fibra, que só pode ser resolvido alterando-se a geometria da ponta da fibra ([4], Fig. 3). Isto tornou a ponta das fibras mais frágil, e levou à alternativa de Ti como metal

base. Na figura 3 está esquematizado o comportamento mecânico das fibras face à fragilidade induzida pela alta dureza dos metais base; observa-se que o Ti é melhor que o Ni e o Cr.

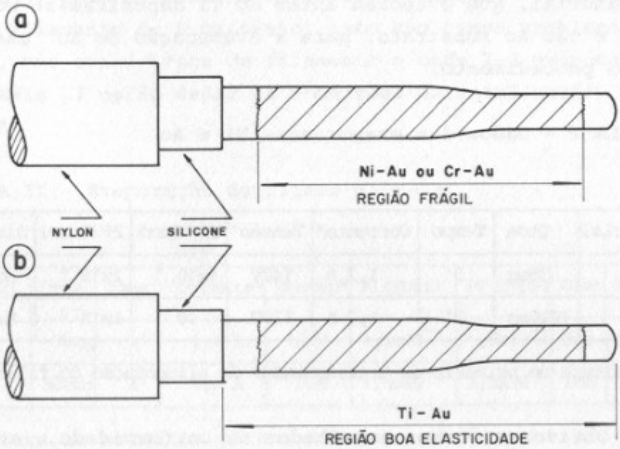


Fig. 3 - Comportamento mecânico das diferentes metalizações: a) Ni-Au e Cr-Au; b) Ti-Au.

Foi observado que o Titânio incorpora-se ao vidro (SiO_2), da fibra, havendo indícios de formação de TiO_2 no início da evaporação; esta camada de rutilo seria em parte responsável pela boa resistência mecânica da fibra.

Metalização Titânio-Ouro

Os dados de evaporação para o filme Ti-Au estão na Tabela 1. É importante ressaltar que devido ao fim a que se destina a fibra – acoplamento ótico com fontes e detetores de luz – é necessário que a extremidade da fibra seja recoberta com fotoresiste, que é removido após a evaporação. Isto traz dificuldade adicional, pois sendo a evaporação

de Ti de alta temperatura, ocorre por vezes do resiste curar completamente e não ser mais possível removê-lo. Solucionamos este problema operacioanl usando o anteparo da câmara ("Shutter"), diminuindo assim o tempo efetivo de exposição da fibra à evaporação; isto contribui também para melhor qualidade do filme final, já que eventuais sujeiras do material, que evaporam antes do Ti depositam-se no anteparo e não no substrato. para a evaporação de Au usamos o mesmo procedimento.

TABELA I - Dados das evaporações Ti e Au

Material	Qtde	Tempo	Corrente*	Tensão*	Pi (Torr)	PF (Torr)	Dist	Espess
Ti	35mg	5'	1,2 A	140V	$4x10^{-6}$	$2x10^{-6}$	8cm	500Å
Au	1000mg	9'	1,7 A	130V	10^{-5}	$6x10^{-5}$	8cm	2000Å

* Leitura no primário do transformador de alimentação do filamento.

Obtivemos ótimos resultados de uniformidade, aderência e reprodutibilidade das deposições realizadas. Em testes de aderência, as metalizações Ti-Au em placa de vidro resistem a longo tempo em u-s, e mesmo depois da permanência por 30' em u-s apresentam uma resistência de tração acima de 600 kgf/cm^2.

Apesar desses excelentes resultados, o Ti-Au apresenta também alguns problemas. Primeiro, a elevada temperatura de evaporação de Ti causa dificuldades já apontadas com as camadas de proteção da fibra e com o fotoresiste; segundo, o próprio filme de Ti-Au não é suficientemente estável a longo prazo ou a temperaturas não muito elevadas, devido à interdifusão dos dois metais. Esses fatores nos levaram a experimentar com NiCr (80:20), apesar de já saber que pode aumentar a fragilidade da fibra.

Metalização Nicromo-Ouro

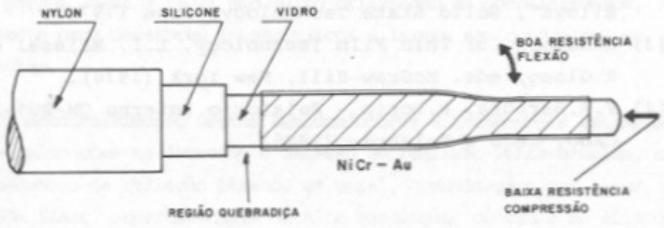
A técnica de evaporação utilizada foi a basicamente a mesma anterior, entretanto pode ser observada evaporação mais rápida e mais limpa do que com o Ti. Nota-se que apesar da temperatura mais baixa de evaporação do NiCr (1400°C), há ainda, como no caso do Ti (1700°C), forte reatividade com o filamento de tungstênio; isto não causa problemas ao filme, mas exige troca de filamento a cada 2-3 evaporações. Na Tabela II estão dadas as condições da metalização com NiCr-Au.

TABELA II - Evaporação de filmes NiCr-Au

Material	Qtde	Tempo	Corrente*	Tensão*	Pi(Torr)	PF(Torr)	Dist	Espess
NiCr	70mg	1'	1,1 A	120V	$1,5x10^{-5}$	$1,5x10^{-5}$	8cm	500Å
Au	500mg	2'	1,0 A	90V	$1,5x10^{-5}$	$2,5x10^{-5}$	8cm	1000Å

* Leitura no primário do transformador de alimentação do filamento.

A qualidade da deposição de NiCr-Au é excelente, e a fibra depois de metalizada possui boa maleabilidade e resistência mecânica a esforços fletores e tensores, porém esforços de compressão quebram facilmente a fibra na região entre o silicone e o filme. Esquematicamente:



Em testes de aderência, depois de 30' de u-s consegue-se resistência de tração acima de 670 kgf/cm². A amostra quebra-se e o filme não solta.

Uma vantagem adicional do NiCr como metal base é que, não havendo interdifusão com o Au, resultado é mais estável; com isso dispensa-se engrossamento eletroquímico. Assim a espessura do filme de Au pode ser reduzida para 1000 Å, e testes de solderabilidade e permanência confirmam a adequação desse procedimento.

CONCLUSÃO

Para obtermos fibras óticas de vidro com metalização, para poderem ser submetidas a processos de fixação por soldas quando encapsuladas com dispositivos optoeletrônicos, desenvolvemos técnicas de deposição de filmes de Ti-Au e NiCr-Au por evaporação, com excelentes resultados. Devido à elevada temperatura de evaporação de Ti e à sua reatividade (interdifusão) com o Au, observamos que a metalização NiCr-Au é mais vantajosa. Por outro lado, o filme de Ti-Au confere maior resistência mecânica à ponta da fibra. Em ambos os casos a aderência dos filmes foi excelente, ambos resistindo a esforços de tração acima de 600 kgf/cm².

REFERÊNCIAS

[1] G.W Powell, J.D.Braun - Diffusion in the Gold-Indium System", Trans. Met. Soc. AIME 230, 694 (1964).

[2] D.T.Novick, A.R.Kroehs - "Gold Scavenging of Bonding Alloys", Solid State Technology, June (1974).

[3] Handbook of Thin Film Technology, L.I. Maissel e R.Glang, eds. McGraw-Hill, New York (1970).

[4] F.R.Barbosa, F.Borin - Relatório Interno GM-RO1-85 CADO, CPqD - Telebrás (1985).