

Preparação de Cristais Fotônicos 2D à Base de Antimônio

Marcelo Nalin^{1*} (PQ), Jacson W. Menezes¹ (PG), Younes Messaddeq² (PQ), Sidney J.L. Ribeiro² (PQ), Lucila Cescato¹ (PQ).

marcnali@iq.unesp.br

1 – Laboratório de Óptica, IFGW, UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP.

2 – Laboratório de Materiais Fotônicos, IQ, UNESP, 14800-900, Araraquara, SP.

Palavras Chave: Cristais Fotônicos 2D, Filmes, Vidros, Holografia

Introdução

Cristais fotônicos 2D (CF2D) são estruturas constituídas por uma modulação periódica do índice de refração, n_D , com período da ordem do comprimento de onda, que podem, em determinadas condições, gerar bandas proibidas de propagação para fótons [1]. Inúmeras são as aplicações dos CF2D tais como: guias de onda, cavidades ressonantes, filtros e polarizadores. Para exibir um gap fotônico na região desejada do espectro eletromagnético, a geometria da estrutura 2D deve ser apropriadamente definida. Muitas são as geometrias que podem ser fabricadas, tal que exista um gap fotônico na região de interesse. Entretanto, camadas dielétricas com furos de ar, formando arranjos hexagonais, são mais convenientes para fabricação de guias fotônicos planares, pois apresentam gaps mais largos e alto n_D [1]. Camadas fotônicas bidimensionais podem ser fabricadas utilizando a técnica de litografia por feixe de elétrons ou litografia holográfica. Neste trabalho foi desenvolvida uma nova metodologia para preparação dos CF2D, aliando a técnica holográfica a um processo de corrosão usando um vidro como fonte do material de n_D desejado. A inovação torna-se uma alternativa interessante, pois é possível gerar estruturas com alta resolução em uma grande área e com baixo custo se comparada à metodologia litográfica por feixe de elétrons.

Resultados e Discussão

A idealização de um CF2D inicia-se através do cálculo do diagrama de bandas. Estes diagramas são calculados utilizando elementos finitos considerando-se o n_D dos materiais (filme/ar) e geometria. Com isso, é possível determinar previamente se o material utilizado e a geometria escolhida possuem as propriedades desejadas. A preparação dos CF2D consiste de três etapas principais: a) preparação do molde ou “template 2D” em fotorresina usando gravação holográfica; b) deposição do filme e c) remoção do template. A preparação do template usando gravação holográfica consiste na exposição de um filme de fotorresina a um padrão de luz obtido pela interferência de dois feixes de luz coerentes. Após a dupla gravação (a segunda girando a amostra de 60° em relação à

primeira) a amostra é colocada em um líquido revelador em que a parte irradiada seja solúvel, dando origem ao template desejado. Em seguida é depositado sobre o template um filme com n_D desejado. Neste trabalho os filmes foram obtidos pela evaporação térmica de vidros calcogenetos à base de antimônio, que possuem n_D da ordem de 2,0 na região do infravermelho próximo. A espessura do filme evaporado deve ser inferior a dos “postinhos” presentes no template e isto é conseguido controlando-se o tempo de evaporação. Em seguida, os filmes são colocados em acetona por 30 min seguido de um tratamento em banho ultrassônico de 30 s, para remover a fotorresina. Como resultado tem-se o padrão complementar a fotorresina, ou seja, furos de ar no filme. A homogeneidade dos cristais fotônicos originados do processo foi verificada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e as estruturas fotônicas de geometria hexagonal são mostrados na Figura 1.

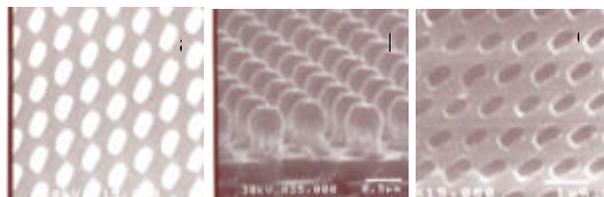


Figura X. Micrografias das etapas de preparação dos CF2D a) ‘template’ de resina b) resina + filme e c) CF2D

As propriedades dos CF2D foram avaliadas através de medidas de refletância usando um espectrofotômetro. Neste caso, observam-se picos invertidos para os comprimentos de onda nos quais ocorre acoplamento na camada fotônica. A partir da posição espectral de cada pico, para cada ângulo de incidência nas direções de maior simetria, é possível reconstruir o diagrama de bandas.

Conclusões

Uma nova metodologia para preparação de cristais fotônicos 2D foi desenvolvida possibilitando obter materiais com boa homogeneidade, reprodutibilidade, além de ser uma ótima alternativa as técnicas litográfica devido ao baixo custo para obtenção dos CF2D.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a FAPESP e CNPQ pelo auxílio financeiro

¹ Joannopoulos, J.D.; Meade, R. D. e Winn, J. N. Photonic Crystals, Princeton University Press 1995