

Espectroscopia Óptica de Materiais

Vitor Crestani Goergen
Orientador: Marcelo Barbalho Pereira
Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
crestanivitor@gmail.com

Resumo

This work shows a method used in the process of fabrication of diffraction gratings, that will later be used as a part of a sensor aimed to detect biological agents. The fabrication of the gratings started with the spin-coating deposition of a light-sensitive thin film (photoresist) substance over glass, and subsequent exposition to a laser beam in the Lloyd Mirror configuration, after which the physical formation of the grating occurs in the revelation process (inside a NaOH-based solution).

Este trabalho mostra o método utilizado no processo de fabricação de redes de difração, que serão posteriormente utilizadas como partes de um sensor para detectar a presença de agentes biológicos. A fabricação das redes iniciou-se com a deposição via spin-coating de um filme fino sensível a luz (fotorresiste) sobre um vidro, e uma subsequente exposição a um feixe de laser na configuração de espelho de Lloyd, e finalmente a formação física da rede de difração, que ocorre no processo de revelação (imersão em uma solução à base de NaOH).

1. Introdução

Uma detecção de alta sensibilidade de agentes biológicos transmissores de doenças (como a Dengue) vem sendo utilizada (com resultados já apresentados por [1]) através da utilização de técnicas elétricas, químicas e ópticas. Estes processos são realizados utilizando um sensor formado por um guia de ondas sobre uma lâmina de vidro e recoberto com um eletrodo de ITO. A luz de laser se propaga confinada dentro do guia de ondas, onde, baseado na intensidade do sinal óptico de entrada e saída do feixe, consegue-se determinar a concentração de espécimes biológicos.

Para que a luz seja injetada e removida do sensor, as lâminas possuem as chamadas *redes de difração*, que são componentes com uma estrutura periódica, de dimensões comparáveis ao comprimento de onda da luz visível, que faz com que a luz incidente difrate quando incidida sobre o material (Fig 1).

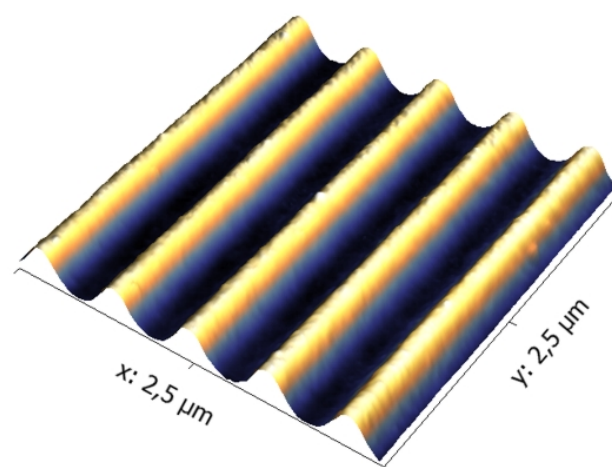


Figura 1: Imagem ampliada de uma rede de difração. Imagem obtida de NIL TECHNOLOGY.

A fabricação das redes de difração do sensor é um processo longo que envolve várias etapas, e neste trabalho serão mostradas as etapas de fabricação de redes de difração que são feitas aqui na UFRGS.

2. Fabricação das Redes

O processo de fabricação das redes holográficas baseia-se na fotolitografia, amplamente utilizada na indústria de

semicondutores. Uma substância fotosensível (fotorresiste Shipley 1805, do tipo p) se modifica quimicamente ao ser exposta à luz de comprimento de onda de 400 – 500nm, tornando-se mais fácil de dissolver que no seu estado normal (não exposta à luz). Primeiramente, as lâminas de vidro (3 × 1 polegadas) foram limpas. Após isso, o fotorresiste foi diluído num solvente (1 :1) e foi depositado sobre as lâminas formando um filme fino. Para isso, foi utilizado um spin-coater marca Laurell (Fig. 2), onde as amostras foram postas a girar com velocidades entre 3000 – 3500rpm por 30s, num ambiente de luz amarela - vermelha para não sensibilizar o filme. Para solidificar os filmes através da remoção total do solvente, as amostras foram colocadas num forno a 92°C por 30min. Finalmente, antes da exposição ao laser, as amostras tiveram o lado oposto ao filme de fotorresiste pintado com uma tinta preta especial para evitar a reflexão do laser nesta face da lâmina durante o processo de holografia.



Figura 2: Spin-coater utilizado para deposição do fotorresiste.

A montagem de holografia é formada por um laser Hélio-Cádmio com comprimento de onda de 442nm (azul-violeta) que passa por uma lente objetiva de foco curto, um filtro espacial (pequena abertura circular de 5 micrômetros de diâmetro), uma lente colimadora e um prisma com uma face espelhada onde a amostra fica presa à 90° desta superfície (configuração de Espelho de Lloyd (Fig.3). A luz gera um padrão de franjas paralelas verticais claras e escuras sobre o filme fotosensível num formato de meia lua (tempo de exposição controlado entre 30-45s).

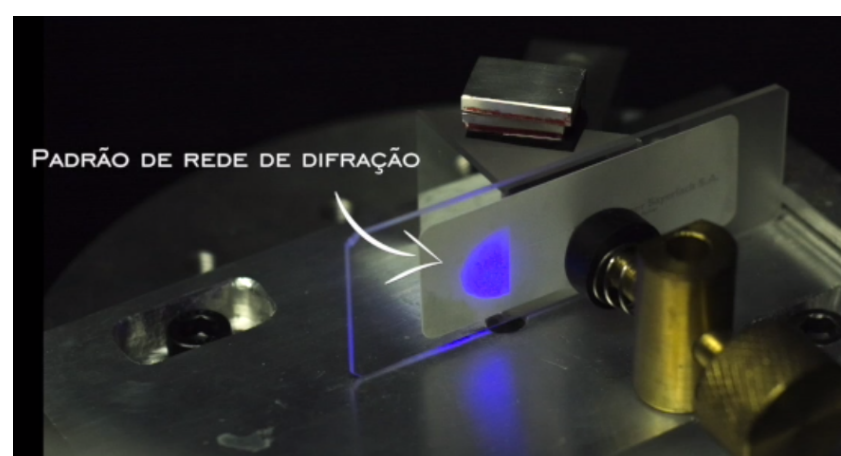


Figura 3: Lâmina de vidro posicionada no suporte na configuração de Espelho de Lloyd, onde é possível ver o padrão de interferência em forma de meia lua.

Cada amostra sofre 2 exposições formando o padrão de par de redes de difração. A etapa final é a revelação do filme de fotorresiste, ou seja, formação física do padrão da rede onde o revelador dissolve a região do filme que foi exposta ao laser azul-violeta. Cada amostra foi colocada em uma solução reveladora à base de

NaOH, onde um laser HeNe (cor vermelha) incide sobre a rede de difração em formação. A intensidade da luz difratada pela rede de difração (em transmissão na configuração Littrow) foi monitorada com um fotodiodo e a amostra é retirada da solução no momento em que a intensidade estabiliza num valor máximo. (Fig. 4)[2]

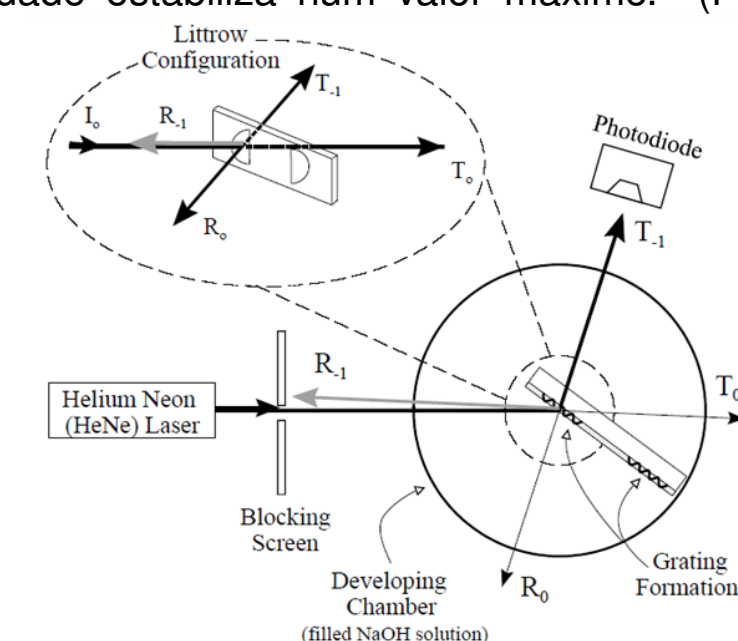


Figura 4: Visão de como a amostra fica dentro da solução reveladora, onde o laser difrata na rede de difração em formação. A luz difratada em transmissão é coletada num fotodiodo e sua intensidade é medida (configuração de Littrow).

Concluindo esse processo, as amostras foram enviadas para a Universidade de Louisville (EUA) para finalização, onde as amostras sofrem um processo de ion-milling (feixe de íons desbasta o vidro formando o mesmo padrão de redes de difração do filme de fotorresiste).



Figura 5: Configuração final das redes.

Foram fabricadas ao todo 50 amostras, que foram enviadas para a universidade de Louisville (EUA) para gravação da rede de difração no vidro. Após isso, elas retornarão ao Instituto de Física da UFRGS, onde serão finalizadas com o recobrimento das redes de difração com o guia de onda de Al_2O_3 utilizadas para a pesquisa com agentes biológicos já mencionada.

Referências

- [1] Xue Han and Sergio B. Mendes. Optical Impedance Spectroscopy with Single-Mode Electro-Active- Integrated Optical Waveguides. *Analytical Chemistry*, 2014, 86, 1468 - 1477.
- [2] John Thomas Bradshaw. BROADBAND COUPLING INTO SINGLE MODE, PLANAR INTEGRATED OPTICAL WAVEGUIDE STRUCTURES FOR SPECTRAL ANALYSIS OF THIN FILM ANALYTES AND INTERFACIAL CHEMICAL ENVIRONMENTS. *University of Arizona*, Apêndice B. 2005.