

Crescimento de fibras monocristalinas de BaF₂ dopado com íons terras raras

Lucas Aparecido dos Santos Ferreira e Sonia Licia Baldochi
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

INTRODUÇÃO

Desde o seu surgimento no início da década de 1960, o laser tem sido utilizado em um crescente número de aplicações nos mais diversos campos da tecnologia e da sociedade. Os lasers de estado sólido cobrem uma vasta quantidade destas aplicações, apresentando um grande potencial para desenvolvimento de sistemas compactos.

A partir dos anos 90 o crescimento de fibras monocristalinas a partir da fusão despertou a atenção de pesquisadores devido as suas propriedades e baixos custos de preparação [1]. Em particular, seu uso como elemento laser ativo apresenta algumas vantagens interessantes principalmente em relação a dissipação de calor.

Cristais de CaF₂ e outros da mesma família como SrF₂ e BaF₂ já foram utilizados em lasers e aplicações diversas [2], devido a sua ampla faixa de transparência espectral, que se estende do ultravioleta até o infravermelho e, sua baixa dispersão e birrefringência. O crescimento de cristais desta família de materiais na forma volumétrica (“bulk”) é amplamente conhecido, entretanto, existem poucos trabalhos na literatura sobre o desenvolvimento destes cristais na forma de fibras monocristalinas visando o desenvolvimento de lasers de estado sólido compactos.

Existe uma dificuldade em se trabalhar com cristais fluoretos, pela alta afinidade química do íon F⁻ à reação de hidrólise. A presença de umidade e/ou oxigênio na atmosfera de

crescimento pode causar a formação de defeitos no cristal, os quais podem causar redução da eficiência do meio laser.

Estes fatores limitam o trabalho com cristais fluoretos em grupos de pesquisa ao redor do mundo, sendo este trabalho uma importante investigação para o entendimento e controle dos parâmetros necessários para obtenção de fibras monocristalinas destes fluoretos com propriedades ópticas adequadas a sua utilização futura como meio laser ativo.

OBJETIVO

O objetivo do projeto é estudar o crescimento de fibras monocristalinas de fluoreto de bário, puras e dopadas com íons de terras raras. Espera-se obter, via método de *micro-pulling-down*, fibras homogêneas em concentração, com alta transparência óptica e comprimentos e diâmetro da ordem de 15mm e 0,8mm respectivamente.

METODOLOGIA

O método de *micro-pulling-down* (μ -PD), ou micro-puxamento-invertido, foi descrito pela primeira vez por Fukuda em 1994 [1]. O método se baseia no puxamento de microcristais verticalmente para baixo através de um capilar localizado no cadinho de fusão do material precursor (Fig.1). O início do crescimento se dá com o toque do material fundido em uma fina semente do mesmo material, onde ocorre nucleação e formação de um menisco. O material fundido então é puxado no sentido longitudinal descendente para dar origem às fibras monocristalinas.

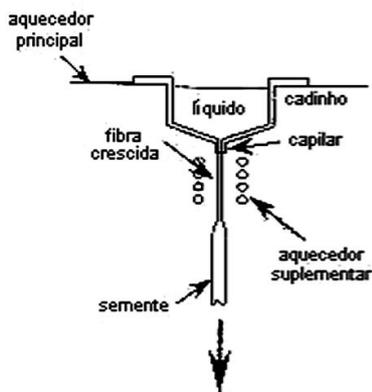


Figura 1: Representação do método de μ -PD.

No modo resistivo, o material é fundido através da condução de corrente no cadinho (aquecedor principal), que aquece e transfere calor ao material que funde e posteriormente é puxado. Uma espira de platina é utilizada como aquecedor suplementar para diminuir o gradiente térmico entre o capilar e a atmosfera de crescimento.

Neste trabalho utilizou-se um sistema μ -PD resistivo da Linn Therm adaptado para crescimento de fluoretos. O mesmo opera com vácuo ou sob pressão, permitindo o controle da atmosfera. A fusão é realizada a partir de cadinhos de platina preparados manualmente. Em todas as experiências foi utilizada atmosfera mista de Argônio 5.0 e CF_4 a fim de evitar a inclusão de oxigênio e/ou impurezas derivadas da presença de umidade na câmara de crescimento.

RESULTADOS

Nos experimentos realizados até o presente foi possível determinar os parâmetros de crescimento de fibras de BaF_2 , tais como: velocidade de puxamento e gradiente térmico ideal na região do capilar, o qual é definido pelas dimensões do cadinho, e de seu capilar, e posição e dimensão do aquecedor suplementar (*after-heater*)

A atmosfera de crescimento e a velocidade de puxamento das fibras foram os

parâmetros que mais influenciaram na obtenção de fibras uniformes. A figura 2 mostra exemplos de fibras crescidas com velocidade de puxamento de 0,15mm/min, em atmosfera mista de 5%(CF_4):95%(Ar). Embora transparentes e uniformes em diâmetro as fibras obtidas ainda apresentam defeitos, tais como inclusões e distribuição não uniforme de dopante.



Figura 2: Fibra monocristalina de BaF_2 : (a) pura e (b) dopada com Pr.

CONCLUSÕES

Fibras monocristalinas, de BaF_2 dopadas com íons terras raras, uniformes em diâmetro, foram crescidas a partir da determinação empírica dos parâmetros ideais de crescimento. Novos experimentos estão em andamento para otimização da qualidade das fibras. Cada novo crescimento realizado fornece informações para que um padrão de parâmetros ideais seja alcançado, a fim de melhorar as propriedades das fibras e tornar os crescimentos reproduzíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]T. Fukuda, et al., *Fiber crystal growth from the melt*. Berlin: Springer, 2004.
- [2]R. Moncorge, et al., *J. Lumin.*, 133 (2013) 276–281

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq.