

PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CRISTAIS DE YLF COMO MEIO ATIVO EM LASERS BOMBEADOS POR DIODO

Eduardo Colombo Sousa e Niklaus Ursus Wetter

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / Centro de Lasers e Aplicações

INTRODUÇÃO

O meio ativo é a parte do laser em que ocorre a inversão de população e que por meio do decaimento estimulado dos elétrons do nível de energia metaestável para o fundamental, emite-se os fótons que constituirão o feixe laser.

Em lasers de estado sólido a matriz do meio ativo pode ser um cristal. Entre os diversos tipos de matrizes utilizadas, pode-se citar o YAG, o YVO_4 , a safira, o YLF entre outros. Cada matriz possui características que favorecem determinadas propriedades do laser. O YLF favorece um regime de funcionamento com pulsos mais curtos [1], sendo que sua tecnologia de fabricação é dominada por poucos países, dentre os quais o Brasil está incluído.

Para o desenvolvimento de cavidades laser utilizando cristais é necessário que as superfícies apresentem uma ótima qualidade óptica para minimizar as perdas por espalhamento, aumentando a eficiência da cavidade ressonante. Geralmente, a incidência da radiação eletromagnética no meio ativo é realizada em ângulo de Brewster para diminuir as perdas por reflexão. Este ângulo pode representar um inconveniente no desenvolvimento da cavidade e prejudicar a qualidade do feixe laser. No entanto, sua eliminação sem perdas na transmissão do meio ativo depende da utilização de filmes finos anti-refletores.

OBJETIVO

Pretende-se dominar as técnicas de preparação de amostras de cristais de YLF com qualidade óptica compatível com sua utilização como meio ativo em cavidades laser.

Visando o desenvolvimento de cavidades sem a utilização do ângulo de Brewster e sendo o *coating* anti-refletor em YLF praticamente indisponível comercialmente, é vital o domínio das técnicas de desenvolvimento e caracterização deste tipo de filme fino.

METODOLOGIA

O processo de preparação de amostras de cristais de YLF começa com uma análise espectroscópica do cristal quanto à absorção do seu elemento dopante e com a orientação cristalográfica em relação ao eixo c. Uma vez constatadas as propriedades de absorção do cristal na polarização correta em relação ao eixo c, segue-se com o corte do cristal segundo as dimensões convenientes à cavidade laser que se pretende desenvolver. O corte deve ser efetuado minimizando-se os danos térmicos e mecânicos na amostra, por isso convencionou-se a utilização de uma cortadeira a fio com o uso de carbeto de silício ($27\mu\text{m}$) como agente abrasivo e uma solução de etileno glicol e glicerina como agente refrigerante.

O corte fornece as dimensões da amostra. Posteriormente, a qualidade óptica é obtida por meio de etapas de lapidação e polimento [2]. A lapidação elimina imperfeições e erros macro-geométricos de forma, conferindo a planicidade, já o polimento elimina os riscos e atenua a rugosidade do material. Tais procedimentos são realizados em um JIG, equipamento que confere automatização e precisão.

Assim, depois do corte as amostras são submetidas a um processo de lapidação em uma lapidadora mecânica com disco de metal, usando óxido de alumínio (2000 mesh) como agente abrasivo que é diluído em etilenoglicol para refrigeração da amostra.

Por fim, a etapa final de preparação é o polimento em uma politriz automática com duas etapas de abrasão sob um disco de cera de abelha. A primeira etapa é realizada com óxido de alumínio de granulometria de $0,5\mu\text{m}$ e a segunda com uma solução mais concentrada de alumina de $0,3\mu\text{m}$. A qualidade óptica final das amostras é constatada em um microscópio óptico e a planicidade é verificada através de interferometria.

Visando à possibilidade de desenvolvimento de cavidades desprovidas da necessidade de utilização do ângulo de Brewster, diversos

filmes finos anti-refletores (TAB.1) foram desenvolvidos e aplicados em uma das faces de amostras retangulares de cristais de Nd:YLF com o objetivo de diminuir as perdas por reflexão no comprimento de onda de 1047nm.

TABELA 1 - Constituição dos filmes finos AR.

Amostra	Filmes finos
1	Y ₂ O ₃ , MgF ₂ , Y ₂ O ₃
2	Y ₂ O ₃ , ZnS, MgF ₂ , ZnS, MgF ₂ , Y ₂ O ₃
3	MgF ₂
4	Y ₂ O ₃ , ZnS, MgF ₂ , ZnS, MgF ₂ , Y ₂ O ₃
5	TiO ₂ , SiO ₂ , TiO ₂ , SiO ₂
6	TiO ₂ , SiO ₂ , TiO ₂ , SiO ₂

A caracterização foi efetuada em três espectrofotômetros diferentes, obtendo-se os espectros de transmissão de cada amostra.

Para atenuar divergências de transmissão não relacionadas ao *coating* anti-refletor, a evaporação dos filmes finos foi realizada em apenas metade da amostra, permitindo realizar uma comparação com a parcela desprovida do filme fino (FIG.1).

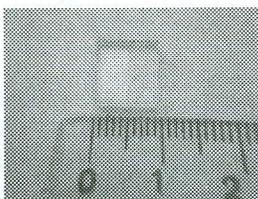


FIGURA 1 - Substrato de Nd:YLF com filme fino anti-refletor na metade esquerda.

Os resultados dos filmes finos foram obtidos por um espectrofotômetro modelo CARY500 estando representados na TAB.2 para o comprimento de onda determinado.

TABELA 2 - Resultados em 1047 nm (*resultados em lamínula de vidro)

Amostra	Transmissão sem coating	Transmissão com coating
1	91,53040 %	91,43177 %
2	91,53040 %	93,07088 %
3	91,55067 %	92,34673 %
4	91,21910 %	91,43103 %
5	91,94724 %	92,76756 %
6*	89,59902 %	93,96141 %

Para avaliar melhor os resultados, traçou-se também um gráfico mostrando a eficácia do *coating* em relação ao cristal, por meio da

diferença entre seus espectros de transmissão (FIG2).

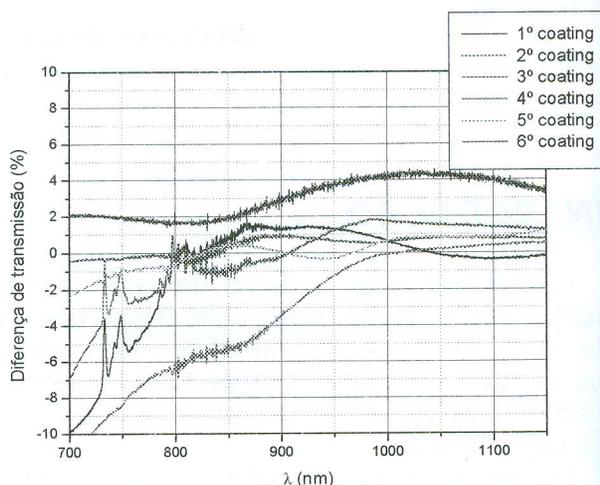


FIGURA 2 - Desempenho dos filmes finos (diferença dos espectros de transmissão com *coating* e sem *coating*).

A sexta amostra foi submetida a um teste laser posicionando-a diante do feixe de saída de um laser de YVO₄ emitindo em 1064nm e medindo-se a potência do feixe laser emergente, constatando-se uma redução de 2% nas perdas em comparação a uma amostra sem *coating*.

CONCLUSÕES

O êxito no domínio e aprimoramento da preparação de cristais de YLF vem permitindo o desenvolvimento de lasers a partir desta matriz utilizando o ângulo de Brewster. Os filmes finos anti-refletores apresentam um desempenho considerável com diminuição comprovada de 2% das perdas, no entanto ainda encontra-se abaixo do necessário para eficiente operação laser.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] KOECHNER, Walter. "Solid-State Laser Engineering". 2ª ed. Berlim: Springer-Verlag.
- [2] FYNN, G. W. POWELL W. J. A. "Cutting and polishing optical and electronic materials". 2ª ed. Bristol: Adam Hilger, 1988.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq/PIBIC