

"EFEITO DE CONCENTRAÇÃO NOS CANAIS LUMINESCENTES DO IV PARA OS IONS DE Er E Ho NO YLF"

Marly Bueno de Camargo, Laércio Gomes e Izilda Márcia

Ranieri - IPEN - CNEN/SP

Foram estudadas as contribuições de cada canal luminescente no IV próximo e médio para os ions de Er^{3+} e de Ho^{3+} no $LiYF_4$ (YLF) a 300K, excitando-se os cristais com luz branca e variando-se a concentração do ion ativador. Determinou-se que a concentração que mais favorece as emissões laser do Er em 1,619 e 2,740 μm é 30%, enquanto que no caso das emissões laser em 0,855, 1,235 e 1,718 μm este valor está ao redor de 1,5%. Para o ion de Ho, a emissão laser de interesse, situada em 2,067 μm é mais favorecida para concentrações da ordem de 10%.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos meios laser ativos e que operem na região do infravermelho próximo e médio é o nosso principal objetivo. Dentro desse objetivo, os lasers de Érbio e Holmio no YLF têm um papel muito importante, uma vez que suas emissões laser se situam na região de 0,80 a 2,90 μm . Além disso, eles tem alguns aplicativos que particularmente nos interessam, isto é, podem ser usados para espectroscopia ótica, ótica linear e não linear, e principalmente podem ser usados para instrumentação cirúrgica em gastroenterologia, oftalmologia, cardiologia e na remoção de tecidos por evaporação de água [1,2].

Para se desenvolver um protótipo laser usando-se o Er:YLF ou o Ho:YLF é necessário primeiramente estudar as propriedades espectroscópicas do material quando bombeado com luz branca, como ocorre em uma cavidade laser, onde quase todas as transições do ativador são excitadas (vide Figura 1, para o caso de Érbio).

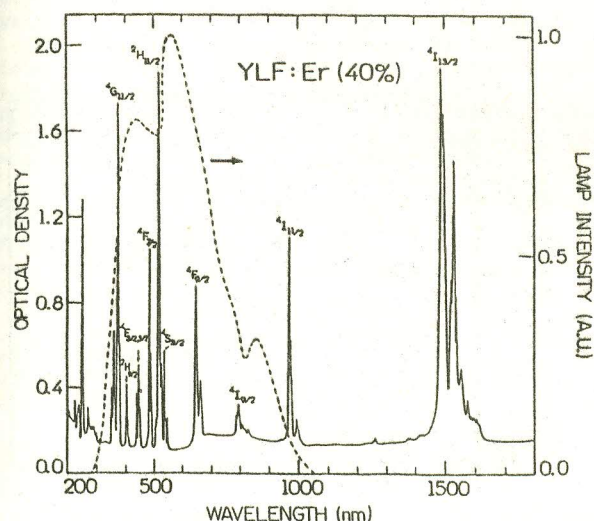


FIGURA 1: Esquerda → Espectro de absorção ótica do cristal de Er:YLF a 300K. Direita → Intensidade da lâmpada usada para bombear o cristal.

PARTE EXPERIMENTAL

Os cristais foram bombeados com a luz branca de uma fonte estável de Xe de 300W, com um filtro de IV com "cut-off" em 1,00 μm . As medidas foram feitas a 90° da luz de excitação para evitar contribuições da luz espalhada. O sinal foi medido em um detector de InSb calibrado. A concentração do Er variou de 1 a 100% e a do Ho de 1,71 a 10%. O arranjo experimental é mostrado na Figura 2.

No braço A medimos as emissões até 2,60 μm e no braço B a emissão em 2,74 μm do Érbio.

O sinal integrado, corrigido e normalizado de cada canal luminescente é dado por:

$$S = \frac{S_i p g}{R T} \quad (1)$$

onde S_i é o sinal integrado medido, p leva em conta a transmissão da banda passante do monocromador analisador M_1 e g é o fator usado para corrigir o ângulo sólido nos braços A e B, extrapolado para 4π . R é a responsividade do detector e T é transmissão do filtro de IV usado no braço B ($T = 0,45$).

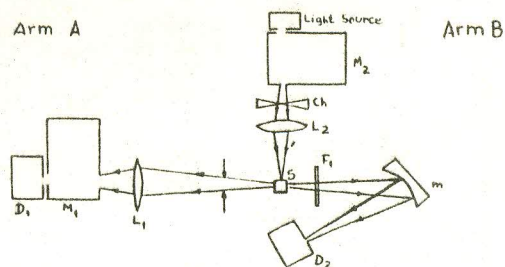


FIGURA 2: Arranjo Experimental utilizado. D_1 , D_2 → posições do detector de InSb; F_1 → filtro de infravermelho com "cut-off" em 1,00 μm ; F_2 → filtro do IV especial; L_1 , L_2 → lentes; m → espelho; M_1 , M_2 → monocromadores e S → amostra.

RESULTADOS

O sinal medido e corrigido S corresponde à potência luminosa do canal de emissão estudado em 4π . A potência luminosa foi transformada em número de fótons emitidos por segundo, levando-se em conta a energia média do fóton emitido. Os resultados estão nas Tabelas I e II.

Os dados apresentados nesta tabelas estão nas Figuras 3, 4 e 5.

TABELA I: Número de fótons emitidos por segundo pelo Er por canal luminescente, para várias concentrações do íon no YLF.

CONC (%)	NUMBER OF EMITTED PHOTONS $\times 10^{19}$ / SEC						
	0.855	1.021	1.105	1.235 (μm)	1.619	1.718	2.740
1.00	1.337	7.354	1.985	0.419	10.228	0.756	0.026
1.42	2.617	15.569	3.348	1.278	21.902	1.234	0.054
2.77	1.820	19.645	1.989	1.033	29.208	0.948	0.091
4.95	0.855	19.913	0.761	0.371	30.129	0.828	0.130
38.50	0.355	16.379	0.329	0.292	91.701	0.770	0.230
50.00	0.355	11.636	0.290	0.187	61.888	0.699	0.218
99.37	0.236	4.339	0.179	0.177	52.377	0.341	0.179

TABELA II: Número de fótons emitidos por segundo pelo Ho por canal luminescente, para várias concentrações do íon no YLF.

CONC (%)	NUMBER OF EMITTED PHOTONS $\times 10^{19}$ / SEC						
	1.010	1.208	1.338	1.522 (μm)	1.659	2.067	2.405
1.71	0.597	30.055	1.502	1.048	2.103	8.402	6.793
3.00	0.888	51.443	1.864	1.041	1.054	26.889	10.015
7.00	1.192	45.263	2.823	1.043	0.933	49.960	9.859

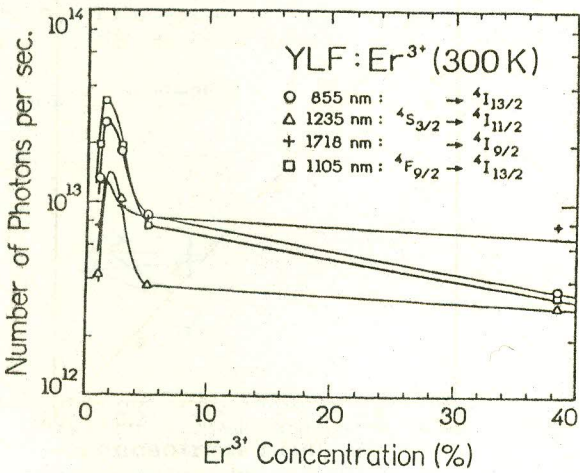


FIGURA 3: Emissões favorecidas pela baixa concentração de Érbio.

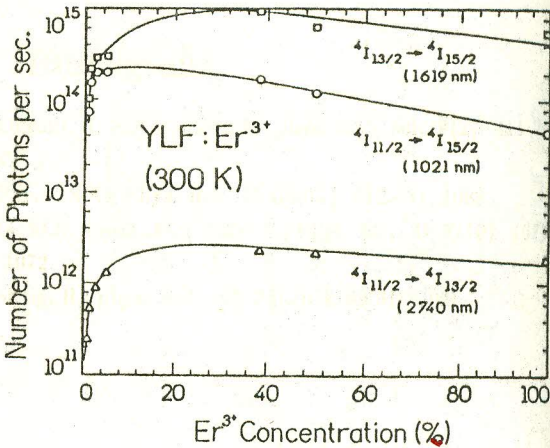


FIGURA 4: Emissões favorecidas pela alta concentração de Érbio.

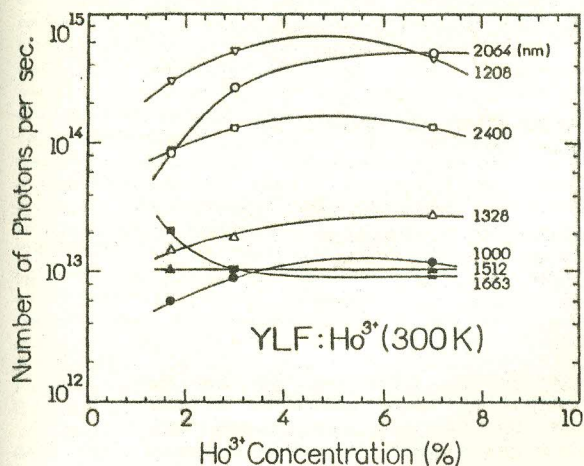


FIGURA 5: Emissões do Holmio em função da concentração.

DISCUSSÃO

No caso do Erblio, verificamos que as emissões laser ativas em 0,855; 1,235 e 1,718 μm são mais favorecidas para concentrações de 1,5%, enquanto que para aquelas emissões em 1,619 e 2,740 μm a concentração ideal está ao redor de 30%. Para o Holmio a emissão laser ativa em 2,067 μm é mais favorecida para concentrações em torno de 10%.

CONCLUSÕES

As emissões do mid-IV (infravermelho médio) deveriam aumentar proporcionalmente ao aumento da concentração e isto não aconteceu. Por exemplo, na emissão do Erblio em 1,619 μm quando a concentração aumentou de 1 para 30%, o número de fótons emitidos deveria ser 30 vezes maior e no entanto, o valor obtido foi apenas de 9,2 vezes maior.

As curvas correspondentes ao número de fótons/segundo mostram um crescimento inicial, seguido de uma saturação e um posterior decaimento, quando a concentração do dopante aumenta de 1 para 100% e isto não era o esperado.

Atribuímos este efeito a um "quenching" dessas luminescências devido à transferência da energia dos níveis $^4I_{11/2}$ e $^4I_{13/2}$ do Erblio e dos níveis 5I_6 e 5I_7 do Holmio para as impurezas moleculares $\text{Mg}^{++}(\text{OH}^-)$ e CHO^- presentes na rede cristalina.

Outros efeitos ainda não bem compreendidos como "self-quenching" podem estar ocorrendo em altas concentrações de dopante. Isto ainda está sendo discutido e analisado.

SUMMARY

The contributions of each luminescent channel in the near- and mid-IR for the Er^{3+} and Ho^{3+} in the LiYF_4 crystals were studied at 300K, pumping the crystals with white light for several activator ion concentration.

It was determined the ideal concentration: 30% for the Er laser emissions at 1.619 and 2.740 μm and 1.5% for those ones at 0.855, 1.235 and 1.718 μm . For the Ho ion we observed that the best concentration for the 2.067 μm laser emission is 10%.

BIBLIOGRAFIA

- [1] H. P. Weber, and W. Lüthy, in Tunable Solid Lasers II, Springer Series in Optical Sciences 52, 308 Springer-Verlag, NY, (1986).
- [2] D. Aravot, E. Lachman, S. Giler, I. Kaaplan, D. Sagie, J. Kagan, and Y. Kalisky, 78th Congr. Int. Soc. Laser Surgery Med., Munich, June 22-26, 303 (1987).

APOIO: FINEP
FAPESP
CNPq