

LASER CONTÍNUO DE Nd:YLF

W. DE ROSSI, G.E.C. NOGUEIRA, J.R. BERRETTA, S.L. BALDOCHI, N.D. VIEIRA JR. E S.P. MORATO.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - IPEN/CNEN/SP

RESUMO

Construiu-se, e encontra-se em fase de testes, um protótipo industrializável de um laser, contínuo de Nd:YLF com potência esperada de saída de 20 W CW e 100 KW de pico, chaveado. O laser foi inteiramente projetado por nós, e tem como único componente importado a lâmpada bombeadora de alta pressão de kriptônio.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO LASER

O elemento ativo deste laser é um bastão de Nd:YLF com concentração de cerca de 1% de Nd. O cristal foi crescido no IPEN e o bastão ($\phi = 4 \text{ mm}$; $l = 70 \text{ mm}$) é usinado e polido por nós. O Nd:YLF é um cristal tetragonal birrefringente, apresentando dois comprimentos de onda de emissão diferentes, conforme a orientação do eixo óptico em relação ao eixo do bastão. A polarização π , com $\vec{E} // \vec{C}$ (campo elétrico paralelo ao eixo cristalográfico e portanto eixo óptico perpendicular ao eixo do bastão) tem $\lambda = 1.047 \text{ nm}$ e é naturalmente polarizada; a polarização σ ,

com $\vec{E} \perp \vec{C}$ (eixo cristalográfico \vec{C} paralelo ou perpendicular ao eixo do bastão) tem $\lambda = 1.053 \text{ nm}$ e não é polarizada. A seção de choque de emissão estimulada para a polarização σ é de $\sim 2,3 \times 10^{-19} \text{ cm}^2$ e para a polarização π é de $\sim 6,1 \times 10^{-19} \text{ cm}^2$. A transição laser ocorre entre os níveis ${}^4F_{3/2}$ e ${}^4I_{11/2}$ e o tempo de vida desta transição para 1% de Nd é de $\sim 480 \mu\text{s}$.

A lâmpada de bombeamento é de arco de kriptônio de alta pressão de até 5 KW de potência. A cavidade bombeadora é inteira de material plástico, sendo que o refletor é um cilindro monoelíptico de ouro, do tipo "close-coupled". As jaquetas do bastão e da lâmpada foram feitas em quartzo, a jaqueta da lâmpada é suportada por partes flexíveis que isolam eletricamente os soquetes também flexíveis de suporte da lâmpada. Ambas as jaquetas foram desenhadas para fornecer um fluxo turbulento com número de Reynolds ~ 7.000 , proporcionando uma boa troca de calor.

O ressonador óptico tem comprimento de 50 cm, com espelhos plano côncavo que futuramente serão desenhados para compensação de lente térmica. Os "mirror mountings" foram usinados em nossa oficina, sendo do tipo "Gimbal Mounting", com sensibilidade de melhor que 20 segundos de arco.

O laser ainda incorpora um chaveador Q acusto óptico de sílica fundida como elemento óptico chaveador, e com lâminas de niobato de lítio como elemento transdutor piezoelétrico. A fonte de alimentação deste chaveador opera a uma potência de 20 W e a uma frequência de até 50 KHz.

Para um laser deste tipo, de grande importância é o sistema de refrigeração. Em nosso caso, ele foi projetado para manter a água que refrigera o bastão e a lâmpada a uma

temperatura segura, com baixa condutividade elétrica e sem partículas em suspensão. O sistema é feito inteiramente em material plástico ou de metal com baixa oxidação; incorpora um deionizador, filtro de partículas, bomba d'água plástica, e um trocador de calor água-água do tipo "casca-tubo", com casca plástica e tubos niquelados, projetado para fornecer uma boa troca de calor mesmo usando-se água da rua no circuito secundário. O sistema ainda possui um sensor de temperatura para prevenir o super aquecimento da água, e um sensor de fluxo, também desenvolvido por nós, com alta sensibilidade à pequenas variações no fluxo d'água.

A fonte de alimentação é trifásica com a corrente controlada por tirestores capaz de fornecer 6 KW, com o sistema de ignição da lâmpada incorporado. A fonte dispõe também de um sistema de proteção que monitora a corrente e a tensão da lâmpada bombeadora, a sequência de acionamento do laser, fluxo de água e temperatura da cavidade bombeadora.

Esperamos obter deste laser 20 W C.W. multimodo e aproximadamente 100 KW pico no modo chaveado. Usando-se um bastão de Nd:YLF (crescido em nossos laboratórios) a ação laser é naturalmente polarizada, e este fato, aliado ao grande tempo de vida do nível laser metaestável ($\sim 480 \mu s$), é de grande importância para se obter o chaveamento-Q ativo com boa eficiência. No modo contínuo, também pretendemos usar um bastão de Nd:YAG por ser mais eficiente neste sistema, e com isto obter de 30 a 40 watts CW.

CRESCIMENTO DO CRISTAL

Os monocristais orientados de $\text{LiYF}_4:\text{Nd}$ para produção de bastões laser foram obtidos por puxamento Czochralski. O composto policristalino utilizado como material inicial foi sintetizado a partir de LiF purificado pelo método de refino por zona e YF_3 , NdF_3 obtidos por hidrofluorinação dos respectivos óxidos. Utilizamos um sistema de puxamento Czochralski convencional com um controlador de temperatura, projetado e construído no IPEN, que apresenta resolução de $0,1^\circ\text{C}$ para faixa de 300° a 1000°C e um gerador de rampas programável.