PLASMAS PRODUZIDOS POR LASER INCIDENTE EM SÓLIDOS

D.O. Campos e H.K. Böckelmann
Instituto de Física "Gleb Wataghin",Unicamp
C.P. 6165, Campinas - SP.

Apresentamos uma montagem experimental para produção de plasmas por laser incidente em sólidos e também um sistema de diagnósticos que permite: a) verificação da geração e expansão do plasma através de fotografias ultra-rápidas; b) medidas de temperatura e densidade por espectroscopia (utilizando um analisador óptico de multicanais); c) medidas da energia cinética dos íons através do seu "tempo de vôo", por meio de um "Copo de Faraday".

Dispomos de um sistema de vácuo com uma bomba de adsorção para o pré-vácuo e uma bomba iônica que reduz a pressão a 7.10^{-7} torr e que tem a vantagem de não introduzir vibrações mecânicas ou contaminações no sistema.

Vácuo, Plasmas, Diagnósticos

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do trabalho consiste basicamente na produção de plasma através de um laser de alta potência incidente em uma superfície sólida, e na análise de suas características, como temperatura, densidade e evolução temporal no espaço.

Dispomos de um sistema de alto vácuo dentro do qual é colocada a amostra sólida (inicialmente um cristal de nióbio) sobre a qual se fará incidir a luz de um laser de rubi, atra

vés de uma janela que possui uma lente que focaliza a luz sobre a superfície do material, o que produz uma potência por unidade de área da ordem de 10^{12} - 10^{13} W/cm^2, provocando a ionização do material e a formação do plasma. O plasma então se expande dentro da câmara e é analizado por uma câmera conversora de imagens (IMACON), um espectrômetro associado a um analizador óptico de multicanais (OMA), e por um copo de Faraday.

Descrevemos a seguir o sistema, que já está montado e em operação, porém não dispomos ainda de dados experimentais do plasma que possam ser apresentados aqui.

2. SISTEMA DE VÁCUO

O sistema de vácuo de que dispomos possui as seguintes características (Fig. 1):

2.1 - Montagem mecânica

a) câmara de aço inox, com comprimento de 31cm, e diâmetro interno de 15,2cm, com um volume de 5,6ℓ. Possui quatro janelas para observação, uma entrada para a luz do laser, com uma lente para focalização, e um suporte para amostras de materiais sólidos.

b) Tubulação em aço inox, com um volume total de 2,5ℓ.

c) Duas válvulas, V1-diafragma e V2-borboleta (fig. 1)

2.2 - Bombas

a) Bomba de adsorção (Varian, 941-6003), é utilizada para o Pré-vácuo. Uma vez resfriada com nitrogênio líquido, atinge a pressão final de 10^{-3} torr num tempo de 10 minutos.

b) Bomba iônica - Tendo sido feito o pré-vácuo, a bomba de adsorção é desativada fechando-se V1, e então a bomba iônica (Varian, 311-5034, 60ℓ/s) é acionada, levando o sistema a uma pressão de 7.10^{-7} torr, num tempo de 20 minutos depois de acionada.

c) Como vantagens do sistema podemos citar a ausência de vibrações mecânicas, e de contaminação com óleos (como ocorre no caso de bombas difusoras por exemplo) tornando o sistema mais limpo.

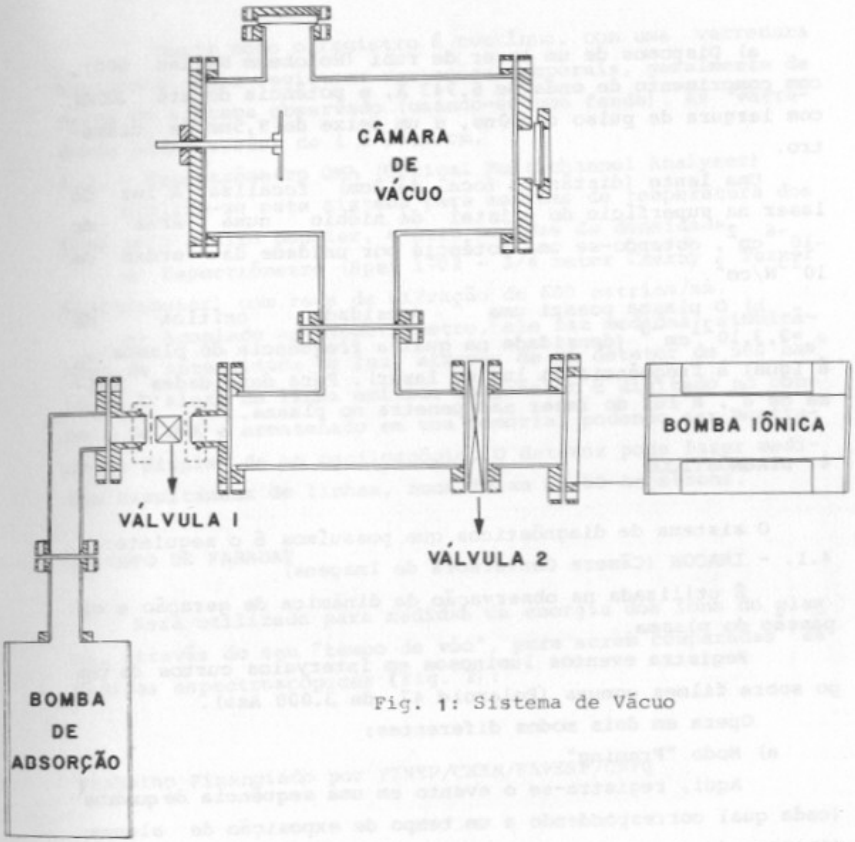

Fig. 1: Sistema de Vácuo

3. PRODUÇÃO DE PLASMA

a) Dispomos de um laser de rubi (Holobeam Series 600), com comprimento de onda de 6.943 Å, e potência de até 200MW, com largura de pulso de 40ns, e um feixe de 9,5mm de diâmetro.

Uma lente (distância focal de 8cm) focaliza a luz do laser na superfície do cristal de nióbio numa área de $\sim 10^{-6} cm^2$, obtendo-se uma potência por unidade da ordem de $10^{13} W/cm^2$.

b) O plasma possui uma densidade crítica de $\omega_c = 2,3.10^{21} cm^{-3}$ (densidade na qual a frequência de plasma ω_p é igual à frequência da luz do laser). Para densidades acima de ω_c, a luz do laser não penetra no plasma.

4. DIAGNÓSTICOS

O sistema de diagnósticos que possuímos é o seguinte:

4.1. - IMACON (Câmera Conversora de Imagens)

É utilizada na observação da dinâmica de geração e expansão do plasma.

Registra eventos luminosos em intervalos curtos de tempo sobre filmes comuns (Polaroid 47, de 3.000 Asa).

Opera em dois modos diferentes:

a) Modo "Framing"

Aqui, registra-se o evento em uma sequência de quadros (cada qual correspondendo a um tempo de exposição de alguns nanosegundos no fotocatodo).

Podemos ter uma sequência de oito fotos com as seguintes características:

Frequência	Tempo "Interframing"	Tempo de exposição por foto (ns)
5.10^6	$0,2.10^{-6}$	40
2.10^6	$0,5.10^{-6}$	100
1.10^6	1.10^{-6}	200
5.10^5	$0,2.10^{-5}$	400

b) Modo "Streak"

Neste modo o registro é contínuo, com uma varredura horizontal para registrar variações temporais, geralmente de parte do sistema observado (usando-se uma fenda). As varreduras podem variar de 1 a 10 μs/cm.

4.2. - Espectrômetro OMA (Optical Multichannel Analyser)

Utiliza-se este sistema para medidas de temperatura dos íons pelo efeito Doppler, e para medidas de densidade.

a) Espectrômetro (Spex 1702 - 3/4 meter Czerny Turner Spectrometer) com rede de difração de 600 estrias/mm.

b) Acoplado ao espectrômetro, ele faz medidas simultâneas de intensidade de luz, através de um detetor de 500 canais. O sinal da linha emitido ao detetor é digitado no console do OMA e armazenado em uma memória, podendo ser mostrado no display de um osciloscópio. O detetor pode fazer medidas simultâneas de linhas, numa faixa de 50 Angstrons.

5. COPO DE FARADAY

Será utilizado para medidas de energia dos íons do plasma, através do seu "tempo de vôo", para serem comparadas às medidas espectroscópicas (Fig. 2):

Trabalho Financiado por FINEP/CNEN/FAPESP/CNPq

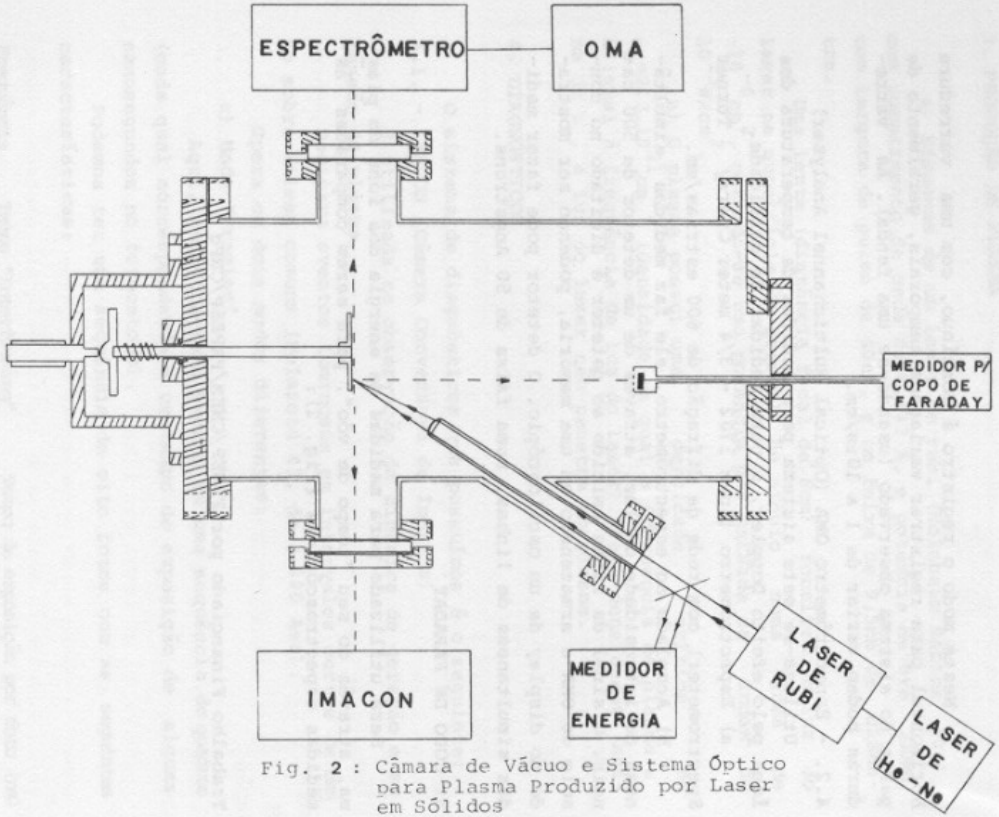

Fig. 2 : Câmara de Vácuo e Sistema Óptico para Plasma Produzido por Laser em Sólidos