PROCESSAMENTO A VÁCUO PARA RECUPERAÇÃO DE TUBOS DE LASER DE ARGÔNIO IÔNICO*

Artemio Scalabrin, Elivaldo Moreira, João P.de Goes Filho, Júlio C. Guedes e Ademir Camillo.
DEQ-IFGW, UNICAMP-13100-CAMPINAS,S.PAULO, BRASIL.

Nesse manuscrito relatamos os procedimentos utilizados em nosso laboratório para recuperação de lasers de argônio iônico. Utiliza-se um sistema de alto vácuo e uma fonte de rádio-frequência para descontaminar o tubo de laser. Em muitos casos tem sido possível recuperar o laser aumentando sua vida útil. A importância de prolongar a vida do laser de argônio decorre em primeiro lugar de ser um instrumento de grande utilidade em pesquisa e aplicações e também por ser o seu custo muito elevado. No Brasil, em particular, essas razões são mais fortes porque todos os lasers de argônio são importados.

Recuperação, Tubo de Laser.

I. INTRODUÇÃO:

O laser de argônio iônico, Ar^+, emite radiação monocromática em várias linhas da região azul-verde do espectro. Sua realização experimental foi feita pela primeira vez, em regime pulsado, simultaneamente, por Bridges (1) e por Convert e colaboradores (2) em 1964. O funcionamento em regime contínuo foi conseguido no mesmo ano por Gordon e colaboradores (3). As principais linhas de emissão do laser de Ar^+ são 488nm e 514.5nm.

Os sistemas de laser argônio existentes são em sua grande maioria importados dos EUA de dois fabricantes: da Coherent Radiation e da Spectra Physics. A potência de saída varia de acordo com o modelo desde 1W até 20W podendo funcionar em todas as linhas,simultaneamente, ou uma linha de cada vez. Os usos mais importantes em pesquisa são como fontes de excitação em Espectroscopia Raman, Fluorescência e Luminiscência. Outras importantes aplicações se situam na área médica,especialmente em Oftalmologia.

* Trabalho financiado pela Finep, contrato PADCT 1471/84.

O laser de argônio consiste, basicamente, de um tubo de plasma contendo gás de argonio ionico ultrapuro, uma fonte de alimentação elétrica e um sistema de refrigeração. O tubo de plasma tem um diametro de aproximadamente 2mm e pode ser construido de vários materiais. Os primeiros lasers foram feitos de quartzo. No entanto as altas correntes necessárias a seu funcionamento produzem erosão que destroi rapidamente o quartzo. A maioria dos lasers comerciais em uso utiliza tubos de grafite e de cerâmica de óxido de berílio, BeO. Esses materiais podem suportar choques térmicos intensos e são mais resistentes a erosão provocada pelo ataque iônico. A eficiência de um laser de Ar^+ é muito baixa: só por volta de 0,1% da potência elétrica fornecida é transformada em luz. Praticamente, toda energia consumida pelo laser é transformada em calor. Esse calor é retirado por meio de um fluxo forçado de água que refrigera paredes externas do tubo de plasma. A temperatura no tubo em funcionamento é da ordem de 1000°C.

A vida média de um tubo de laser de Ar^+ nas especificações nominais de potência fornecidas pelos fabricantes é de aproximadamente 1000 h de uso. Vários fatores contribuem para a perda gradativa de potência e morte do laser. Os principais são a contaminação do gás, a erosão das paredes do tubo e do catodo e a deposição de filmes absorvedores na superfície interna das janelas do tubo. Desenhos recentes tentam superar esses problemas. Um deles é a construção do canal do laser por meio de um grande número de segmentos concêntricos formados por anéis metálicos montados em uma estrutura rígida na qual se dá a descarga do gás. A parte interna dos anéis, que limita o diâmetro da descarga é feita de Tungstênio. Os anéis de W são soldados em canecas concêntricas de cobre que por sua vez são fundidas às paredes internas de um tubo de alumina (Al_2O_3) de pequena espessura e grande diâmetro (≃ 3"). Essa estrutura diminui a erosão do tubo e melhora a dissipação térmica reduzindo a temperatura de funcionamento do laser. Com isso a vida média do laser aumenta consideravelmente. A garantia dada pelos fabricantes desse tipo de laser é de 2000 h de uso ou um ano. Na descrição que faremos a seguir trabalhamos com tubos de grafite e óxido de berílio que constituem a maioria dos lasers de Ar^+ em uso no Brasil.

II. MONTAGEM EXPERIMENTAL:

A montagem experimental utilizada em nosso laboratório é constituida de um sistema de vácuo e carga de gás e uma fonte de rádio-fre-

quência (R.F.). A fig.1 mostra uma foto do dispositivo para vácuo e troca de gás. É formado por três estágios: pré-vácuo, alto vácuo e reservatório de argônio.

Estágio de pré-vácuo:

É formado por duas bombas criogênicas marca VARIAN com capacidade de bombeamento de 60.000 Torr-litros. Nesse estágio a pressão do tubo de laser é levada até 10^{-3}Torr. Esse tipo de bomba proporciona vácuo limpo livre de contaminação por vapor de óleo que pode ocorrer quando se usa bombas mecânicas.

Estágio de alto vácuo:

É formado por duas bombas iônicas ligadas em série com as bombas criogênicas. Uma delas é marca VARIAN e a outra é General Eletric. Ambas tem velocidade nominal de bombeamento de 20ℓ/s. O sistema pode atingir uma pressão final de 10^{-8}Torr.

Reservatório de Argônio:

Em paralelo com o sistema de alto vácuo é ligado um reservatório de argônio ultra-puro. Está conectado ao sistema por meio de uma válvula de agulha que permite injetar argônio no tubo de laser ligado ao sistema.

Fonte de Rádio-Frequência:

Nos casos em que é possível utilizamos um sistema de R.F para auxiliar na descontaminação do tubo. A fonte de R.F. possui uma potência de 1,5 kW, suficiente para avermelhar um tarugo de grafite de 1 1/2" de diâmetro por 2" de comprimento.

III. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

A recuperação de um tubo de laser de Ar^+ envolve várias etapas que dependem do estado em que o mesmo se encontra. Um dos problemas mais frequentes é a não ionização dos gás devido a elevação da pressão interna. Isso acontece com lasers que ficam muito tempo fora de uso. Nesse caso em geral é suficiente fazer vácuo até atingir a pressão normal de funcionamento. Quando há contaminação do gás e depósito de filme nas janelas o procedimento é mais demorado envolvendo várias etapas que serão descritas a seguir.

1. Troca de janelas:

O tubo de laser de Ar^+ é terminado em ambas extremidades por janelas de

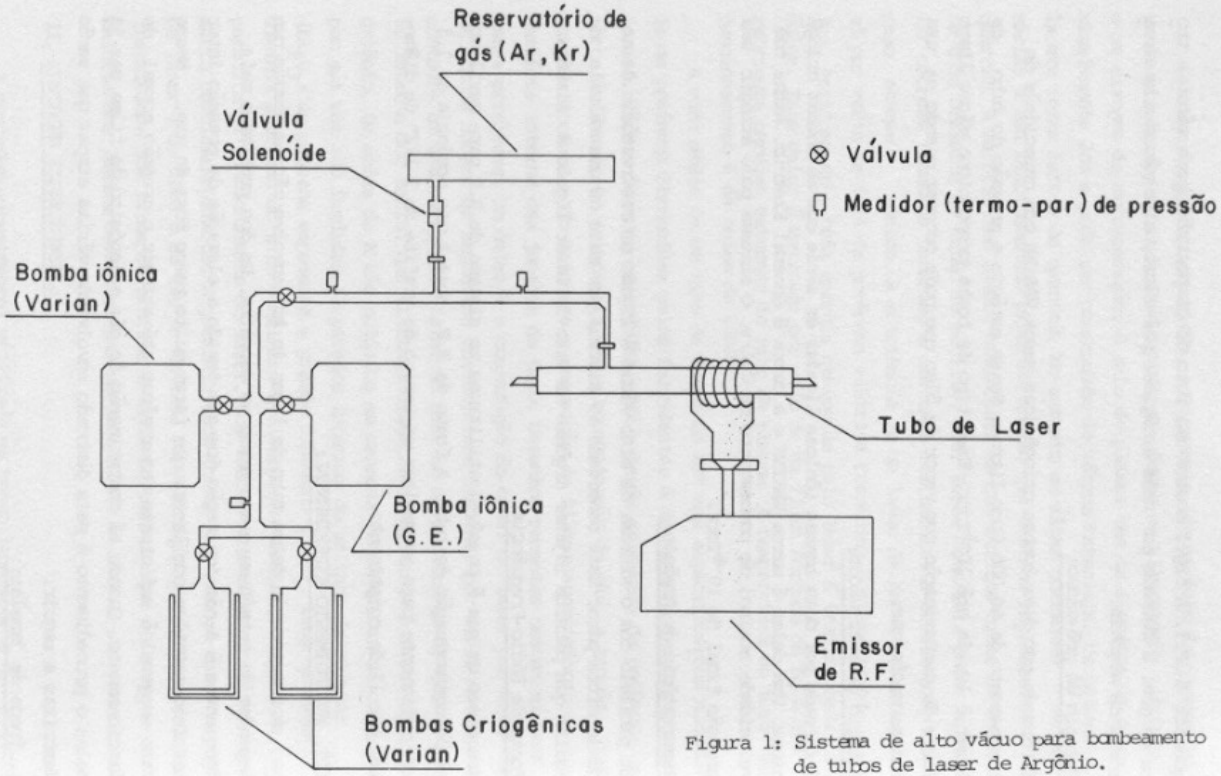

Figura 1: Sistema de alto vácuo para bombeamento de tubos de laser de Argônio.

quartzo, montadas em ângulo de Brewster. Uma causa freqüente de perda de potência do laser é o aparecimento de filmes depositados na face interna da janela. Esse filme provoca absorção e espalhamento do feixe de laser. Nesse caso a primeira providência é substituir as janelas de Brewster.

2. Degaseificação do filamento:

Depois de conectar o laser ao sistema de vácuo aguarda-se até que a pressão baixe a 10^{-6}Torr para iniciar a degaseificação do filamento. Isso é feito aplicando-se uma corrente ao mesmo e abservando-se a pressão no tubo. Inicialmente há um aumento da pressão que depois cai lentamente. Quando a pressão baixar novamente a 10^{-6}Torr aumenta-se a corrente para 30A. Se a pressão no tubo não crescer novamente o tratamento do filamento está terminado.

3. Descontaminação do anodo e do tubo:

Esse método se aplica ao tubo de grafite. Envolve-se o mesmo em uma bobina de 2" de diâmetro e 4" de comprimento de modo que o tubo torna-se seu núcleo. Inicia-se o tratamento pelo anodo aplicando-se R.F. até o mesmo ficar avermelhado. A pressão sobe inicialmente. Aguarda-se até a pressão baixar novamente a 10^{-6}Torr. A seguir desloca-se a bobina para o grafite aquecendo-o até avermelhar. A bobina é deslocada gradativamente ao longo do tubo até atingir a extremidade próxima do filamento. Nos tubos de BeO só é possível descontaminar o anodo com R.F.

4. Recarga de gás:

Após concluida a descontaminação do tubo e dos eletrodos a alto vácuo, injeta-se gás argônio pela válvula de agulha até que a pressão atinjá aproximadamente 200mTorr. A seguir é aplicada corrente ao tubo observando-se a ionização do argônio. Quando a ionização for instável faz-se vácuo novamente e se injeta nova carga de gás. Esse procedimento é repetido até que se obtenha uma descarga estável.

IV. RESULTADOS:

Após o processamento a vácuo o tubo é novamente montado na cabeça do laser e a cavidade ótica é alinhada. A seguir o laser é posto a funcionar. Após a recuperação é difícil de prever o prolongamento da vida útil do laser. Isso depende muito da idade do mesmo e das condições dos elementos internos do tubo de plasma. A reciclagem térmica do laser pode provocar, com o tempo, uma alteração das propriedades dos ma-

teriais que podem ocasionar superaquecimento que acelera a destruição do tubo e eletrodos.

Vários lasers foram recuperados em nosso laboratório. Tubos novos que não funcionavam por excesso de pressão foram recuperados obtendo-se potência nominal de laser novo. Temos lasers nessas condições funcionando na UNICAMP desde 1980. Outros lasers que deixaram de funcionar após vários anos de uso também foram recuperados. Nesse caso o acréscimo de vida conseguido foi da ordem de 6 meses. A cada nova recuperação o tempo sobrevida se torna mais curto.

V. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO:

Embora a recuperação de tubos de laser de Ar^+ seja um processo demorado e os resultados nem sempre satisfatórios, é justificável pelo alto custo de um tubo novo que varia entre 10 e 30 mil dólares. Vale aqui lembrar que esta é a última etapa de uma série de providências que podem ser tomadas para aumentar a vida dos lasers de Argônio. Em geral as causas principais do encurtamento da vida do laser se devem a procedimentos inadequados na sua instalação e a falta de uma manutenção preventiva ao longo de seu uso.

VI. BIBLIOGRAFIA

(1) W.B. Bridges, Appl. Phys. Lett. 4 (7) 128 (1964)

(2) G. Convert, M. Armand e P. Martinot Lagarde, Compt. Rend. 258, 3259 (1964).

(3) E.I. Gordon, E.F. Labuda e W. Bridges, Appl. Phys. Lett. 4 (10) 178 (1964).