

Caracterização da pluma de plasma gerada pelo enriquecimento isotópico de filmes obtidos por deposição laser pulsada em sistemas T³

Thiago S. Cordeiro, Luiz Vicente Gomes Tarelho e Nilson Dias Vieira Junior
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

INTRODUÇÃO

Seria de fundamental interesse para a indústria de semicondutores, se esta pudesse ter o controle das propriedades eletrônicas de materiais, a fim de obter sua melhor performance. Técnicas de obtenção de semicondutores enriquecidos isotopicamente poderiam ser a solução para muitos problemas de transporte. O enriquecimento isotópico de filmes finos de Boro seria muito útil para a deposição de películas CCD e para minimizar a condutividade térmica [1].

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi a implementação no IPEN — com o auxílio de uma câmara de alto-vácuo do IEAv-CTA[2]— da técnica de enriquecimento isotópico de filmes finos de boro utilizando deposição laser pulsada (PLD na sigla em inglês) e monitorar as condições de temperatura da pluma de plasma durante o processo, uma vez que isto poderia colaborar para a otimização do processo.

METODOLOGIA

Uma câmara de alto-vácuo convencional de aço inox foi adaptada para ser utilizada como câmara de deposição laser pulsada de filmes finos. O laser foi injetado por uma janela de quartzo dentro da câmara e focalizado em um alvo que rotacionava.

O pulso de saída com 10 GW e 1 KHz[3] foi focalizado em alvos de nitreto de boro hexagonal por uma lente bi-convexa de comprimento focal igual a 150 mm. Os parâmetros de rotação foram ajustados em 60 rpm e o tempo de evaporação foi de 45 minutos.

A emissão da pluma de plasma foi coletada por uma lente bi-convexa de comprimento focal 100 nm, posicionada fora da câmara de vácuo, e dispersada por um espectrômetro Fizeau em uma CCD.

RESULTADOS

O processo de deposição laser pulsada foi monitorado por espectroscopia de emissão plasma e algumas linhas puderam ser identificadas (Figura 1). A presença do oxigênio por sua vez está relacionada à umidade que impregnou a amostra durante o preparo.

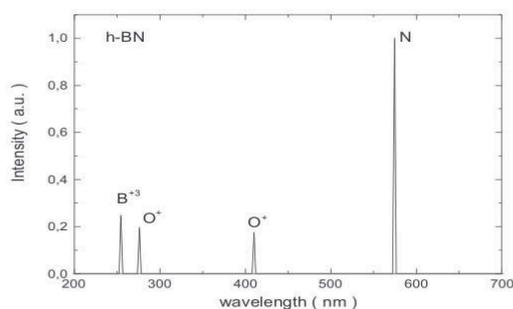


Figura 1: Emissão da pluma de plasma

Usando essas informações de linhas obtidas a partir do NIST (Tabela 1), foi possível caracterizar a temperatura de plasma, assumindo o equilíbrio térmico local e a distribuição de Boltzmann. O gráfico de Boltzmann (Figura 2) pôde ser construído e a temperatura eletrônica determinada (Equação 1).

$$I = A_{ki} \cdot g_{ik} \cdot \lambda^{-1} e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$$

A temperatura eletrônica encontrada foi de ~ 55.500 K com uma larga dispersão (50%).

APOIO FINANCEIRO

FAPESP, FINEP e CNPq/PIBIC

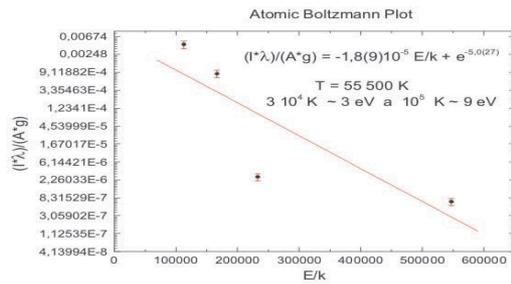


Figura 2: Determinação da temperatura

Tabela 1: Informações obtidas no NIST

λ medido (nm)	Elemento	Tipo	NIST: λ (nm)	Intensidad e relativa	$A_{ul}(s^{-1})$	gik
276 ± 1	oxigênio	O II	275,905	0.195	$1.61\ e-08$	2
410 ± 1	oxigênio	O II	410,299	0.173	$5.32\ e-07$	2
575 ± 1	nitrogênio	N I	575,250	1	$1.06\ e-06$	8
	nitrogênio	N I	574,730	1	$3.40\ e-06$	5

CONCLUSÕES

A deposição por laser pulsado auxiliada por plasma é um método viável para enriquecimento isotópico[3] e o método apresentado aqui permitirá o controle deste processo. A emissão da pluma do plasma é muito útil para realizar o controle do processo na produção de filmes por deposição laser. A determinação da temperatura ainda apresenta uma dispersão muito grande, mas há possibilidade de melhoria da técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E.E. Haller, Isotopically engineered semiconductors, J. Appl. Phys. 77, 2857, 1995.
- [2] Instituto De Estudos Avançados, Centro Técnico Aeroespacial de São José Dos Campos-SP
- [3] Cordeiro, Thiago da Silva; et all , Isotope enriched thin film production by plasma enhanced pulsed laser deposition, Anais de Óptica, vol.7, pp.262, 2005.
- [4] P.P. Pronko, P.A. VanRompay, Z. Zhang and J.A.Nees, Isotope enrichment in laser ablation plumes and commensurably deposited films, Phys. Rev. Let., 83, 2596, 1999 and subsequent comment 86, 1386, 2001 and reply 86, 1387, 2001.