

O NÍÓBIO COMO ALTERNATIVA PARA PEÇAS DE UHV

I.F.L. Dias, R.P. de Carvalho, J.C. Bezerra e A.G. de Oliveira

Departamento de Física, ICEx, UFMG

O Níóbio é um metal refratário que apresenta propriedades similares ao Molibdênio, Tântalo e Tungstênio, podendo ser utilizado como alternativa a estes materiais em uma série de componentes de Ultra-Alto-Vácuo (U.H.V.).

Neste trabalho apresentamos o Níóbio como porta-amstras de um sistema de Epitaxia por Feixe Molecular (MBE) em substituição ao Molibdênio.

I. INTRODUÇÃO

As técnicas modernas de crescimento epitaxial de compostos semicondutores (MBE, MOCVD, CBE) apresentam em sua estrutura uma série de componentes como câmaras de vácuo, elementos resistivos, "Shields" e cadi-nhos, porta-amstras, etc. que exigem materiais com características especiais para sua fabricação. Os materiais mais utilizados para estes fins são o Tântalo (Ta), o Molibdênio (Mo) ou o Tungstênio (W) com 99,97% de pureza⁽¹⁾.

O Níóbio (Nb), com número atômico 41, pertence ao grupo Va da tabela periódica (o mesmo do Ta). Apesar de sua posição sugerir propriedades similares às do Ta, Mo e W ainda não obteve a importância destes materiais para aplicações em Ultra-Alto-Vácuo⁽²⁾. O alto custo na importação destes materiais, com o grau de pureza requerido, levou-nos a pensar nas possibilidades de se usar, inicialmente, o Nb como porta-amstras em nosso sistema de Epitaxia por Feixe Molecular (MBE) R&D Riber 2.300⁽¹⁾. O Nb utilizado foi obtido da FTI e tem pureza nominal de 99,97% de Nb + Ta (Ta ~ 0,2%) com outras impurezas numa faixa inferior a 70 ppm⁽³⁾.

II. CARACTERÍSTICAS DO PORTA-AMOSTRAS

Para o crescimento das películas de compostos III-V (GaAs, AlGaAs; dopados, não-dopados; e para dispositivos) um substrato de GaAs é fixado a um porta-amostra, tratado quimicamente, com a geometria mostrada na Fig. 1. A fixação ou colagem é realizada aquecendo-se, ao ar, sobre o porta-amostra pequenas bolas de In que após fundirem (168°C) são espalhadas, colocando-se então o substrato sobre o In fundido. O conjunto é resfriado e então introduzido em uma pré-câmara onde é aquecido a ~ 300°C, a uma pressão que varia de 10^{-7} a 10^{-9} Torr, por um período de aproximadamente 12 horas. Em seguida, é introduzido na câmara de deposição onde se faz o crescimento a uma temperatura que varia entre 550°C e 750°C, dependendo do filme que se queira crescer, a uma pressão que varia entre 10^{-7} e 10^{-11} Torr. Com esta descrição, fica evidente que necessita-se que o porta-amostra: - seja resistente à deformação a temperaturas de trabalho; - não apresente desorção durante o aquecimento; - seja estável na presença de substratos semicondutores ou eventualmente dos materiais usados para fixá-los (In, Ga) e presentes no crescimento (Si, Be, Ga, As, Al, GaAs...); - não seja facilmente oxidável ou que o óxido formado seja estável às temperaturas e pressões indicadas; - seja facilmente usinável em formas diversas.

III. O USO DO Nb COMO PORTA-AMOSTRA

O Nb é facilmente usinável e comporta-se similarmente ao Mo (o material utilizado no porta-amostra da Riber) com relação à degaseificação e aquecimento sob vácuo, de acordo com as curvas de pressão de vapor mostradas na Fig. 2⁽⁴⁾. A oxidação do Nb se inicia a ~ 150°C, ao ar, provocando no processo de colagem o surgimento de uma camada amarela de óxido de Nb. Essa película oxida entretanto não se evapora mesmo nas condições extremas de trabalho (porta-amostra a 750°C e câmara de deposição a 10^{-11} Torr) não influenciando portanto o desempenho do porta-amostra⁽⁵⁾. De toda forma o aquecimento sob atmosfera

de argônio poderá ser utilizado evitando-se a formação do óxido. A condutividade térmica do Nb, cujo comportamento é visto na Fig. 3(6), destacando-se para o nosso objetivo a comparação com o Mo, não interfere de modo algum na duração de todo o processo necessário ao crescimento.

A limpeza química, antes da fixação da amostra, pode ser feita facilmente com solventes orgânicos, bromometanol e ácido clorídrico; o "etch" químico pode ser feito com $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}$ (2:2:1)(5) ou de diversas outras formas mantendo-se, contudo, sempre o HF(7).

IV. CONCLUSÃO

O uso do Nb para fabricação de U.H.V. nos parece vantajoso em termos técnicos e financeiros dada a sua disponibilidade, em grau de pureza compatível com a indicada para U.H.V., no mercado interno. Outras propriedades do Nb, como a resistividade elétrica, mostrada na Fig. 4(6) em comparação com o Ta Mo e W; seu alto ponto de fusão; sua capacidade de "getter" nas temperaturas e pressões de trabalho de MBE, aliadas à sua estabilidade na presença dos materiais comumente utilizados no crescimento de filmes semicondutores nos sugerem que este material terá outras aplicações interessantes a serem estudadas.

V. BIBLIOGRAFIA

- 1 - E.H.C. Parker - "MBE Physics and Technology" - 1985, Plenum, N.Y.
- 2 - D. Lupton, F. Aldinger, K. Schulze - Proc. Int. Symp. Niobium 81 - AIME, San Francisco, USA.
- 3 - FTI - Fundação Tecnológica Industrial; Centro de Materiais Refratários - Lorena, SP.
- 4 - R.E. Honig, D.A. Kramer - RCA Review, 285, junho, 1969.
- 5 - R.A. Conti, FTI - Comunicação Interna
- 6 - Report IX - Subcommittee of the Society of Japanese - Science Promotion.
- 7 - J.L. Mc Call - Proc. Int. Symp. Niobium 81 - AIME, San Francisco, USA.

Trabalho parcialmente financiado pela CAPES, FINEP e CNPq.



Fig. 1 - Porta-Amostra de Nb. O tratamento químico revela a estrutura de grão que pode ser visualizada pelo contraste de tons na face superior do porta-amostra.

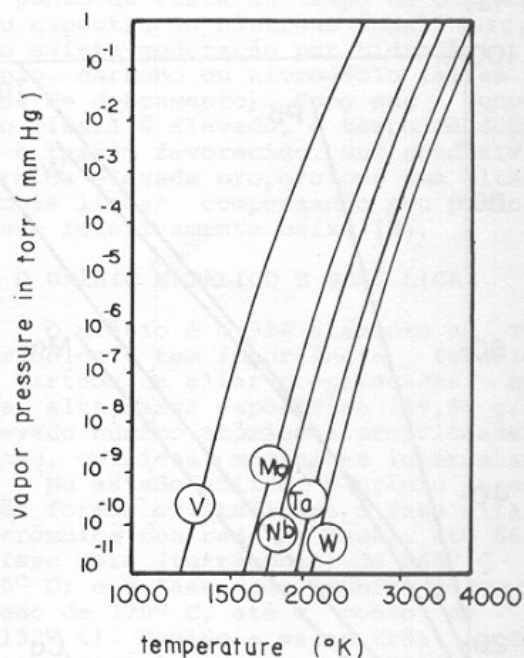


Fig. 2 - Curvas de Pressão de Vapor dos W, Ta, Nb, Mo e V.

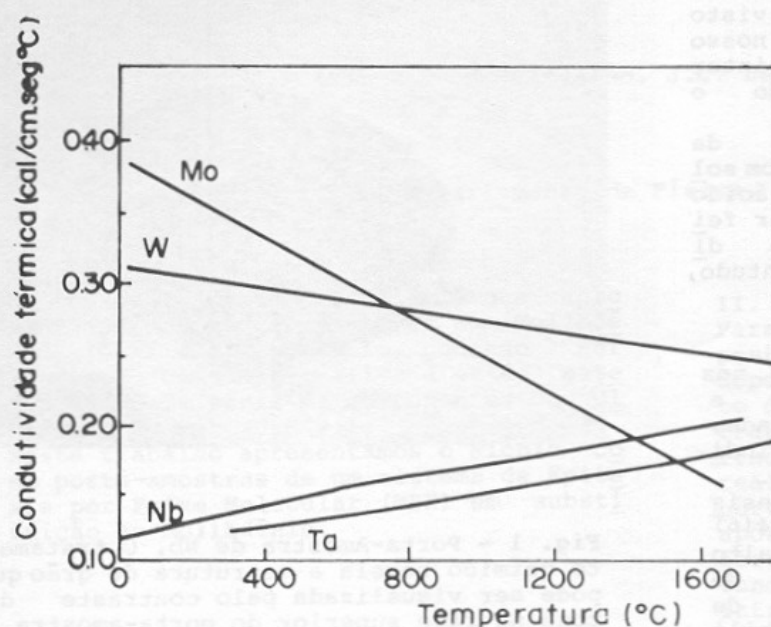


Fig. 3 - Condutividade Térmica do W, Ta, Mo e Nb. A curva do Nb é praticamente idêntica à do Ta.

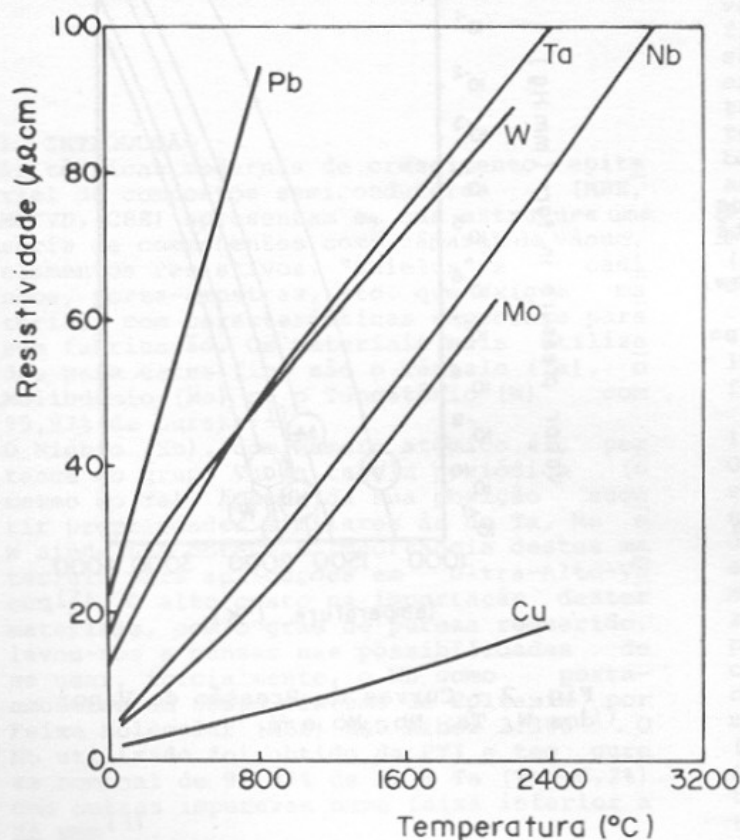


Fig. 4 - Comparação da resistividade do W, Ta, Mo e Nb.