

Preparação e caracterização óptica de guias de onda de $\text{SiO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5$ dopados com íons Er^{3+}

Felipe T. Aquino (PG)*, Rogéria R. Gonçalves (PQ)

*e-mail: ftaquino@pg.ffclrp.usp.br

Departamento de Química-Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, SP
Avenida Bandeirantes, 3900 - CEP 14040-901 - Bairro Monte Alegre - Ribeirão Preto - SP.

Palavras Chave: Óxido de nióbio, Lantanídeos, Guias de onda, Fotoluminescência

Introdução

A crescente demanda por redes de internet e telecomunicações mais rápidas despertou o interesse em materiais com aplicação fotônica. Dentre esses materiais estão os amplificadores ópticos dopados com érbio¹. O óxido de nióbio (Nb_2O_5) é um interessante candidato como matriz para aplicação óptica já que apresenta capacidade de incorporação de íons terra rara em sua matriz, baixa energia de fônon, transparência na região do infravermelho e alto índice de refração². Dentre as técnicas de preparo de guias de onda, o processo sol-gel tem como vantagem o uso de precursores puros que podem ser misturados em escala molecular, promovendo a formação de materiais altamente homogêneos com controle do tamanho de partículas. Assim o presente trabalho tem como objetivo a preparação e caracterização de guias de onda planar de $70\text{SiO}_2\text{-}30\text{Nb}_2\text{O}_5$ dopados com íons érbio.

Resultados e Discussão

Suspensões coloidais foram preparadas a partir da mistura de soluções etanólicas de tetraetilortossilicato (TEOS) como precursor de SiO_2 e etóxido de nióbio como precursor de Nb_2O_5 , dopando-se o sistema com 0,3% em mol de íons Er^{3+} . Hidrólise parcial foi realizada utilizando-se catalise ácida. Os sóis foram então utilizados para a deposição de filmes guias de onda planar pela técnica de dip-coating sobre substratos de SiO_2/Si e submetendo-se a tratamentos térmicos de 900°C entre as camadas até completar 50 camadas. Foram obtidos guias de onda multimodais na região do visível livres de trincas, com superfície homogênea com baixa rugosidade. As propriedades ópticas obtidas pela técnica M-line (acoplamento de prisma) em diferentes comprimentos de onda estão sumarizadas na Tabela 1. É interessante ressaltar que em 1538 nm, região da aplicação de interesse, há pelo menos 2 modos de guiamento de luz. Através dessas medidas também foi possível calcular a porcentagem de confinamento de luz dentro dos guias de onda obtendo os valores de 0,99, 0,99 e 0,96 para o modo TE_0 utilizando laser em 532, 633 e 1538 nm respectivamente. Utilizando o método Wentzel-Kramers-Brillouin³ foi feito o

perfil dos índices de refração através da profundidade do guia de onda, obtendo uma distribuição uniforme dos índices com relação à profundidade.

O espectro de emissão de fotoluminescência mostrou um pico em 1531 nm com um ombro em 1550 nm atribuído a transição $^4\text{I}_{13/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ dos íons Er^{3+} . A largura à meia altura calculada foi de 57 nm que é considerada compatível com outros sistemas similares⁴. Este é um parâmetro óptico importante para se avaliar a potencialidade de aplicação do material em outras bandas (S e L) da terceira janela de telecomunicações.

Tabela 1. Propriedades ópticas do guia de onda $70\text{SiO}_2\text{-}30\text{Nb}_2\text{O}_5$ dopado com 0,3 mol% de íons Er^{3+}

Espessura (+0.05)	1,58
Número de modos em 532 nm	5
Índice de refração em 532 nm (+0.0005)	1,7098
Índice de refração teórico em 532 nm	1,6802
Número de modos em 633 nm	4
Índice de refração em 633 nm (+0.0005)	1,6958
Índice de refração teórico em 633 nm	1,6705
Número de modos em 1538 nm	2
Índice de refração em 1538 nm (+0.0005)	1,6649
Índice de refração teórico em 1538 nm	1,6527

Conclusões

Analisando-se os dados apresentados pode-se concluir que os guias de onda preparados apresentam ótimas propriedades ópticas com emissão na região de 1550 nm, revelando-se excelentes candidatos para aplicação como amplificadores ópticos para sistemas de telecomunicações.

Agradecimentos

Agradecemos o grupo de materiais fotônicos (LAMF) do Instituto de Química da UNESP de Araraquara pelas medidas realizadas e à Capes, CNPQ e FAPESP pelo apoio financeiro.

¹Polman, A. *J. Appl. Phys.* **1997**, 82, 1.

²Çetinogru, E.; Baloukas, B.; Zabeira, O.; Klemberg-Sapieha e J. E.; Martinu, L. *Appl. Opt.* **2009**, 48, 4536.

³Chiang, K. S. *J. Lightwave Technol.* **1985**, LT-3, 385.

⁴Ferrari, J.L.; Lima, K.O.; Maia, L.J.Q.; Gonçalves, R.R. *Thin solid films*, **2010**, 519, 1319.