

Guias planares de vidros titanoniobofosfatos co-dopados com $\text{Er}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$ obtidos por troca-iônica Ag^+/Na^+

José Carlos Bozelli Júnior (IC), Fernando Aparecido Sigoli (PQ) e Italo Odone Mazali* (PQ)

Laboratório D250 – Instituto de Química – UNICAMP, C.P. 6154, CEP 130831-970, Campinas, SP, Brasil,

*mazali@iqm.unicamp.br

Palavras Chave: guia de onda, vidro fosfato, troca-iônica

Introdução

O processo de troca-iônica tem sido extensivamente utilizado para produzir guias de onda a partir de matrizes vítreas na área da óptica integrada, devido sua simplicidade, flexibilidade, eficiência, confiabilidade e baixo custo. As propriedades físicas e químicas únicas dos vidros fosfatos (alto coeficiente de expansão térmica, alta condutividade iônica e alta solubilidade de íons terras-raras) fazem deles bons candidatos para a preparação de guias de onda dopados com íons terras-raras, possibilitando a amplificação de luz nas diversas janelas ópticas utilizadas em telecomunicações.

Este trabalho apresenta a preparação de guias de onda planares, por troca-iônica, dos sistemas vítreos $20 \text{ Na}_2\text{O} - (5-x-y) \text{ Al}_2\text{O}_3 - x \text{ Er}_2\text{O}_3 - y \text{ Yb}_2\text{O}_3 - 30 \text{ Nb}_2\text{O}_5 - 15 \text{ TiO}_2 - 30 \text{ P}_2\text{O}_5$ (NAPT¹ para $x=y=0$; NAPT_{Er} para $x=1$ e $y=0$; NAPT_{Er/Yb} para $x=1$ e $y=2$). Os sistemas vítreos NAPT_{Er} foram preparados pelo método de fusão-resfriamento a temperatura de $1400^\circ\text{C}/2\text{h}$; após vazão, os vidros foram submetidos a recozimento a $550^\circ\text{C}/16 \text{ h}$. Os vidros obtidos foram, então, cortados na forma de discos e polidos. Os vidros NAPT_{Er} foram submetidos ao processo de troca-iônica induzido termicamente. O processo de troca iônica foi conduzido a 365°C utilizando um banho de NaNO_3 fundido contendo 1% m/m de AgNO_3 (pf: 307°C) e o tempo de troca foi de 60 min. A caracterização dos guias de onda foi realizada utilizando o equipamento M-Lines e por espectroscopia de absorção na região UV-Vis-NIR.

Resultados e Discussão

Os vidros NAPT_{Er} possuem alta durabilidade química devido a cadeias poliméricas pequenas e a adição de Nb e Ti que ligados às unidades pirofosfatos aumentam a resistência química frente a reações de hidrólise. A adição dos íons terra-raras aumenta a estabilidade térmica do frente à devitrificação deslocando o pico de cristalização, obtido por DTA, de 860°C (NAPT_{Er}) para 890°C (NAPT_{Er/Yb}). Os íons terra-raras atuam como modificadores de rede fazendo o *cross-linking* entre as cadeias pirofosfato constituintes do vidro NAPT_{Er}. A temperatura de transição dos diferentes vidros ficou em torno de 660°C . A análise dos índices de refração do substrato vítreo, antes da troca-iônica,

nos modos transversal elétrico (TE) e transversal magnético (TM), permitem afirmar que os sistemas vítreos são opticamente isotrópicos. A dopagem com os íons terras-raras, Er^{3+} e Yb^{3+} , é confirmada pelos espectros de absorção na região do UV-Vis-NIR dos sistemas vítreos, os quais mostram as absorções características dos íons Er^{3+} e Yb^{3+} enfatizando a alta absorção do íon Yb^{3+} em 976 nm atribuído à transição $^2\text{F}_{5/2} \rightarrow ^2\text{F}_{7/2}$, a qual futuramente será utilizada para a excitação do sistema. A adição dos íons terra-raras promove o aumento do índice de refração do vidro NAPT_{Er} que passa de 1,8724 (NAPT_{Er}) para 1,9477 (NAPT_{Er}:Er) (para $\lambda=632.8 \text{ nm}$). O processo de troca-iônica modificou as propriedades ópticas dos vidros NAPT_{Er}, pois o íon Ag^+ (113 pm), devido à presença de orbitais “d”, tem maior polarizabilidade do que os íons Na^+ (98 pm), aumentando o índice de refração na área da troca. A troca iônica produziu um aumento no índice de refração (Δn) de 0,0123, 0,0133 e 0,0252 nos sistemas NAPT_{Er}, NAPT_{Er}:Er e NAPT_{Er}:Er/Yb, respectivamente levando a formação de guias planares monomodais em 1550 nm. Inferem-se, ainda, que a troca-iônica produziu uma situação de estresse na rede vítrea, devido à inserção de um íon maior. Tal hipótese é corroborada pelos resultados da espectroscopia M-lines a qual indica diferentes índices de refração de modos guiados nos modos TE e TM após o processo de troca iônica.

Conclusões

A elevada durabilidade química e estabilidade térmica dos vidros fosfato NAPT_{Er}:Yb devem-se, principalmente, a adição do formador de rede Nb. A dopagem com os íons terras-raras $\text{Er}(\text{III})$ e $\text{Yb}(\text{III})$ a fim de produzir guias de onda amplificadores de luz foi confirmada pelo espectro de absorção na região do UV-Vis-NIR. O processo de troca-iônica se mostrou muito eficiente e simples para a produção de guias de onda planares monomodais em 1550 nm a partir de componentes vítreos, para sua utilização na óptica integrada.

Agradecimentos

CNPq, Fapesp e IQ-UNICAMP.

¹Teixeira, Z., Alves, O.L., Mazali, I.O. 2007, 90, 256-263.