

Obtenção dos parâmetros de eficiência de cintilação do $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ dopado com Ce^{3+} , Pr^{3+} e co-dopados com $\text{Ce}^{3+}/\text{Pr}^{3+}$.

Marco Aurélio Cebim* (PQ), Higor Henrique de Souza Oliveira (PG), Marian Rosaly Davolos (PQ).
*mcebim@iq.unesp.br.

UNESP – Instituto de Química – Dep Química Geral e Inorgânica – LML – Laboratório de Materiais Luminescentes – Rua Francisco Degni s/n, Bairro Quitandinha, CEP 14800-900, Araraquara – SP.

Palavras Chave: oxissulfeto, cintiladores, eficiência de cintilação, cério, praseodímio

Introdução

A evolução dos cintiladores pode ser dividida em três períodos, sendo o primeiro a descoberta do fenômeno de cintilação, seguido do segundo onde houve a procura por novos materiais cintiladores e finalmente o terceiro, as duas últimas décadas, caracterizado pelo entendimento do mecanismo de cintilação e pelo desenvolvimento de cintiladores com alto desempenho¹.

A eficiência total do fenômeno de cintilação (η) pode ser descrita por $\eta = \beta S Q$. Esta equação mostra que a eficiência global é um produto de três parâmetros que estão relacionados com a eficiência das três etapas da cintilação, sendo β o parâmetro referente ao processo de absorção e formação de pares e^-h^+ , S referente ao processo de transferência de energia e migração e Q referente à emissão dos centros luminescentes¹.

Dentre os cintiladores inorgânicos, o $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ dopado com Ce^{3+} ou Pr^{3+} é um material muito promissor em aplicações de cintilação rápida em tecnologias de imagem médica, tais como a tomografia computadorizada (TC). No entanto, seus parâmetros de eficiência de cintilação ainda não foram obtidos². Assim, o objetivo desse trabalho é a obtenção da eficiência de cada um dos processos envolvidos na cintilação do $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}^{3+}$ e $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Ce}^{3+},\text{Pr}^{3+}$.

Resultados e Discussão

O $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ foi obtido pela sulfuração do precursor $\text{Gd}(\text{OH})\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ a 780°C e 900°C por 2h em cada temperatura em atmosfera de argônio e H_2/N_2 (3/97%) respectivamente. As amostras foram analisadas por DRX e independentemente do dopante e da sua concentração (até 5% em mol) foram observadas apenas soluções sólidas. Segundo as fotomicrografias de MEV e MET, as partículas de oxissulfeto de gadolínio são esféricas e com 200 nm de diâmetro médio.

O parâmetro de eficiência β depende das constantes dielétricas, do fônon de rede da matriz e do bandgap óptico do material. As constantes dielétricas (ϵ_0 e ϵ_∞) foram obtidas por medidas de capacitância / perda dielétrica, a qual para o $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ nominalmente puro foi de 10,2. As energias

de vibração Gd-O e Gd-S foram obtidas por medidas de absorção no infravermelho (FT-IR), sendo a de maior energia o estiramento Gd-O de 70 meV (561 cm^{-1}) e o bandgap por medidas de reflectância difusa (RD), utilizando a aproximação de Kubelka-Munk e a linearização de Tauc. Para o $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ o valor de E_g está em torno de 4,60 eV. Para o cálculo de β , a perda de energia dos pares e^-h^+ foi definida por um modelo semiempírico desenvolvido a partir do modelo de Van Roosbroeck² e por resultados existentes para outros cintiladores. Combinando-se todos esses fatores, a eficiência de criação de pares e^-h^+ determinada foi de 39%. A eficiência de transferência (S) foi considerada máxima em todos os casos, devido às transferências de energia $\text{Gd}^{3+} \rightarrow \text{Ce}^{3+}$ e $\text{Gd}^{3+} \rightarrow \text{Pr}^{3+}$ observadas nos espectros de excitação das amostras. Finalmente, o parâmetro Q é definido pelo rendimento quântico do luminóforo em questão, que foi definido pelo método de Brill ou de forma absoluta. Para as amostras de $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}^{3+}$ e $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Ce}^{3+}/\text{Pr}^{3+}$ os rendimentos quânticos médios obtidos foram ~100%, 28% e 40% respectivamente. Finalmente, os valores médios de eficiência global de cintilação (η) foram 39%, 10% e 15% para as amostras dopadas com Ce^{3+} , Pr^{3+} e $\text{Ce}^{3+}/\text{Pr}^{3+}$, respectivamente. Os resultados foram analisados em diagramas de eficiência-tempo de vida² e comparados com a eficiência de cintiladores conhecidos, tais como o $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ e $\text{CsI}:\text{Tl}^{3+}$.

Conclusões

Foram obtidas as eficiências globais de cintilação do $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}^{3+}$ e $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Ce}^{3+},\text{Pr}^{3+}$ como 39%, 10% e 15% respectivamente e os resultados sumarizados em diagramas de eficiência-tempo de vida

Agradecimentos

CAPES, CNPq e FAPESP.

¹ Derenzo, S. E. et al. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A*. **2003**, 505, 942.

² Nikl, M. et al. *Radiat. Meas.* **2007**, 42, 509.