

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DOSIMÉTRICOS BASADOS EN FÓSFOROS DE HALOGENUROS ALCALINOS Y PELÍCULAS DE DIAMANTE SINTETIZADAS POR EL MÉTODO DE DEPÓSITO DE VAPOR QUÍMICO

RESUMEN

Los procesos de luminiscencia térmica y ópticamente estimulados tanto en halogenuros alcalinos con impurezas divalentes de europio como en las películas de diamante se explican en base a la producción de defectos y los centros luminiscentes para los primeros, como en la activación de las trampas para electrón y los sitios de recombinación radiativa de los últimos. En el caso de los halogenuros alcalinos sujetos a una radiación ionizante, se observa que la formación de excitones autoatrapados (STE) son el producto de la excitación del ion halógeno o del atrapamiento de los electrones en centros V_K producidos durante el proceso de ionización del halógeno. La recombinación radiativa del excitón autoatrapado produce una luminiscencia característica, mientras que la recombinación no radiativa causa la formación de pares de centros F-H. Existe evidencia experimental que ha demostrado que en este mismo tipo de cristales expuestos a radiación no ionizante UV alrededor de 230 nm se producen defectos similares. Esta situación es interesante ya que los fotones de 230 nm (5.3 eV) no pueden crear excitones directamente, ya que este proceso se consigue con al menos 7.7 eV. El presente trabajo investiga este proceso y aporta información experimental que incluye el uso de técnicas de termoluminiscencia (TL) y luminiscencia ópticamente estimulada (LOE) para caracterizarlo. En todos los casos e independientemente del tipo de radiación utilizada se encontró que la emisión provenía de la transición $4f^65d(t_{2g})-4f^7(^8S_{7/2})$ del ion Eu^{2+} , caracterizada por una banda ancha centrada en 420 nm y una componente adicional en 460 nm de origen posiblemente intrínseco. Se determinó la participación de los centros F

y F_z participan en los procesos termoluminiscente y de luminiscencia ópticamente estimuladas, lográndose identificar aquellos picos de TL estrictamente asociados a los centros F (pico en 470 K para el KCl: Eu^{2+}) y F_z (pico en 370 K). Además, mediante un proceso de fotoestimulación selectiva se obtuvo evidencia de que el centro F (pico en 470 K) está directamente involucrado en el proceso de luminiscencia ópticamente estimulada. Los resultados obtenidos indican la existencia de un mecanismo común en la formación de defectos del tipo Frenkel en los halogenuros de potasio, conjuntamente con la probable existencia de un mecanismo similar al excitónico responsable por la formación de estos defectos. Respecto a los procesos luminiscentes estimulados (TL y LOE) en películas de diamante (químicamente inertes, no tóxicas, biocompatibles e insensibles al daño por radiación) sintetizadas por la técnica de depósito de vapor químico sobre sustratos de silicio, éstas exhiben respuestas TL alrededor de 418, 458 y 547 K cuando su crecimiento fue asistido por un filamento caliente mientras, que las crecidas usando una fuente de microondas como activador mostraron un pico alrededor de 585 K. En ambos casos, la conducta del pico dosimétrico exhibió dos regiones: una lineal y otra supralineal dependiendo de la dosis; además el espectro de excitación de la TL indicó que la máxima eficiencia para generar TL con luz UV se encuentra en el rango de 210-215 nm. La dependencia lineal con la dosis se obtuvo hasta 16 minutos de exposición a luz UV monocromática y hasta 300 Gy para las muestras irradiadas con rayos β . Los parámetros que caracterizan los centros de recombinación luminiscente, la energía de activación y el factor de frecuencia se determinaron de los datos experimentales a través de ajustes no lineales usando el modelo de Randall-Wilkins y se estimó que estaban en los rangos 0.13 eV-1.7 eV y $5.44 \times 10^2 - 5.67 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$,

respectivamente. Finalmente, se puede concluir que la eficiencia TL y LOE de las películas de diamante es apropiada para su utilización como dosímetros de radiación, toda vez que el diamante es un dosímetro ideal debido a su equivalencia con el tejido humano y a su compatibilidad biológica.

Palabras clave: Defectos, daños por radiación, halogenuros alcalinos, películas de diamante, termoluminiscencia, luminiscencia ópticamente estimulada, UV, Europio.

CHARACTERIZATION OF DOSIMETRIC MATERIALS BASED ON PHOSPHORS OF ALKALI HALIDE AND DIAMOND FILMS SINTETIZED BY CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION

ABSTRACT

The processes of thermoluminescence and optically stimulated luminescence in both divalent europium doped alkali halides and diamond films can be explained on the basis of the production of defects and luminescent centers for the formers, and with the activation of electron traps and recombination radiative centers for the lateres. In alkali halides subject to an ionizing radiation, it is observed that the formation of self-trapped exciton (STE) is the product of the excitation of the halogen ion or the electron trapping in centers V_K produced during the process of ionization of the halogen. The radiative recombination of self-trapped exciton gives a characteristic luminescence, whereas the non-radiative recombination causes the formation of pairs of F-H centers. Experimental evidence has demonstrated that for the same kind of crystals exposed to non-ionizing radiation UV around 230 nm similar defects are produced. This situation is interesting since the 230 nm photons (5.3 eV) cannot directly create excitones because this process occurs with at least 7.7 eV. The present work investigates this process and provides experimental information of thermoluminescence (TL) and optically stimulated luminescence (OSL) to characterize it. In all the cases and independently of the type of radiation used it was found that emission can be adscribed to the transition $4f^65d(t_{2g})-4f^7(^8S_{7/2})$ of the Eu^{2+} , characterized by a centered broadband in 420 nm and one additional component in 460 nm of intrinsic origin possibly. It was determined the participation of both F and F_Z centers in TL and OSL processes (peak in 470 K), identifying the TL peaks directly associated to F (around 470 K for the $KCl:Eu^{2+}$) and F_Z (in 370 K) centers. In addition, by a selective photostimulation, we show that F center is

also related to the process of optically stimulated luminescence. This point to the existence of a common mechanism for the formation of Frenkel type defects in potassium halides, besides the possibility of a mechanism similar to the excitonic mechanism responsible for defects formation. Regarding the stimulated luminescent processes (TL and LOE) in the CVD diamond films (chemical inerts, non-toxics, biocompatibles and insensitives to the damages radiation-caused) on silicon substrates, we found that they exhibit TL responses with peaks around 418, 458 and 547 K for the hot filament assisted grow films whereas microwave assisted grown films presented one peak around 585 K. In both cases, the films exhibited a linear and supralinear behavior as a function of the dose. Additionally, the excitation spectrum of the TL exhibits maximum TL efficiency for 210-215 UV light. The linear dose dependency was found for up to 16 minutes of monochromatic UV light and 300 Gy for beta irradiated samples. The parameters that characterize the centers of luminescent recombination, the energy of activation frequency factor were found through curve fitting using Randall-Wilkins model, in the range of 0,13 eV-1.7 eV and $5.4 \cdot 10^2 - 5.67 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$, respectively. Finally, it can be concluded that the TL and LOE efficiency of diamond films are appropriated as radiation dosimeters, keeping in mind that diamond is the ideal dosimeter since it is tissue-equivalent and biologically compatible.

Keywords: Defects, damage by radiation, alkali halides, diamond films, thermoluminescence, optically stimulated luminescence, UV, Europium.