



MX0100252

Influencia de la Temperatura en la Señal TL Inducida por la Radiación Gamma en Zirconia Preparada Via Solgel

P. Salas^(1,4); D. Mendoza-Anaya^(2,4); P.R. González-Martínez⁽²⁾; E. de la Rosa-Cruz⁽³⁾; V. M. Castaño⁽¹⁾

¹Instituto de Física, UNAM,

Laboratorio Juriquilla, A.P.1-1010, C.P.76001, Querétaro, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. A.P.18-1027, México, D.F., México.

³Centro de Investigaciones en Óptica. Apdo. Postal 1-948, León, Gto., México.

⁴Estudiante del Posgrado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, UAQ.

Resumen

En este trabajo, se realizó un estudio de los efectos de la temperatura en la señal termoluminiscente (TL) inducida por la radiación gamma en zirconia, la cual fue preparada por el método solgel. De acuerdo con los resultados obtenidos, la zirconia tratada térmicamente a 500°C o más, es sensible a la radiación. Esta sensibilidad se incrementa al aumentar la temperatura de estudio, además, la forma del espectro TL también se modifica con el incremento de la temperatura. Las muestras tratadas térmicamente a 750°C o más, presentaron una respuesta lineal en el intervalo de dosis de 27 a 165 Gy; por lo tanto, dichos materiales resultan promisorios para fines dosimétricos.

Introducción

Cuando la radiación ionizante interacciona con el material pierde su energía produciendo ionizaciones y excitaciones a lo largo de su trayectoria. Cuando se producen excitaciones, una fracción de los estados excitados regresará al estado base emitiendo un fotón de luz ya sea de manera inmediata o después de cierto tiempo, en tanto que otra fracción puede quedar almacenada en estados metaestables (estados excitados); en el caso de las ionizaciones, los pares de carga generados se moverán a través del material pudiendo ser atrapados por los defectos e impurezas del material. Las cargas atrapadas pueden ser liberadas si el material es calentado a cierta temperatura, por debajo de su incandescencia; en el proceso de liberación, un fotón de luz es emitido. El fenómeno de emisión de fotones visibles por medios térmicos es conocido como termoluminiscencia (TL). La cantidad de cargas atrapadas y liberadas depende directamente de las características del material, tales como tipo de vacancias e impurezas presentes, arreglo cristalino, etc. En este trabajo se analiza la señal

termoluminiscente inducida por la radiación gama en la zirconia preparada vía solgel y tratada térmicamente a diferentes temperaturas.

Desarrollo Experimental

a) Preparación de muestras

Las muestras se prepararon por el método de sol-gel, usando n-propóxido de zirconio como precursor de la zirconia. La síntesis se inició disolviendo 72.75 ml de n-propóxido de zirconio al 70% peso en 450 ml de etanol, con temperatura de 5°C, a esta mezcla se adicionó 2 ml de ácido nítrico, el cual actúa como catalizador en la reacción de hidrólisis-condensación y se deja en agitación a la misma temperatura durante 90 min. Posteriormente se adicionó 11.68 ml de agua, continuando la agitación por 15 min. La gelación ocurre después de 20 horas. Los geles se secaron a 120°C por 48 h en una estufa de vacío. Finalmente, los tratamientos térmicos se realizaron a 5 temperaturas diferentes (500, 625, 750, 875 y 1000 °C) bajo las siguientes condiciones: la calcinación se realizó en dos etapas, la primera a 300°C por 4 h y la segunda a la temperatura deseada por 10 h.

b) Preparación de pastillas

Antes de exponer a la radiación, las muestras se molieron en un mortero de ágata para homogeneizar el tamaño de partícula. Con el polvo obtenido se prepararon pastillas usando una matriz de acero inoxidable, y con la ayuda de una prensa hidráulica, de la marca RIIC se aplicó la presión necesaria para la formación de las pastillas. Se obtuvieron pastillas de 5mm de diámetro y 1mm de espesor, 31.5 ± 2.5 mg. A continuación se sinterizaron a 500 °C durante 3 horas para darles consistencia y forma definidas.

c) Irradiación con radiación gama

Las muestras obtenidas mediante el proceso anterior, se irradiaron en un intervalo de dosis desde 27 hasta 165 Gy en un irradiador GAMACELL 220 instalado en el ININ, que tiene una rapidez de dosis de 5.52 Gy/min.

d) Obtención de la señal TL

La señal TL de las muestras irradiadas se obtuvo utilizando un analizador de termoluminiscencia HARSHAW 4000, acoplado a una PC. La integración de la señal TL se consideró entre 100 y 500°C, con una razón de calentamiento constante de 10°C/s.

Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, las muestras de Zr con diferente tratamiento térmico presentan una señal termoluminiscente inducida por la radiación gama emitida por el ^{60}Co .

En la Figura 1, se presenta el espectro TL correspondiente a la muestra tratada a 500°C e irradiada en el intervalo de dosis entre 27 y 165 Gy. En esta Figura, se puede apreciar un crecimiento de la curva TL desde 100 hasta 250°C, a partir de esa temperatura y hasta los 450°C comienza a decrecer; finalmente a partir de 450°C vuelve a incrementarse la señal.

Este comportamiento es similar para las diferentes dosis de irradiación y solo se incrementa la intensidad de la señal TL.

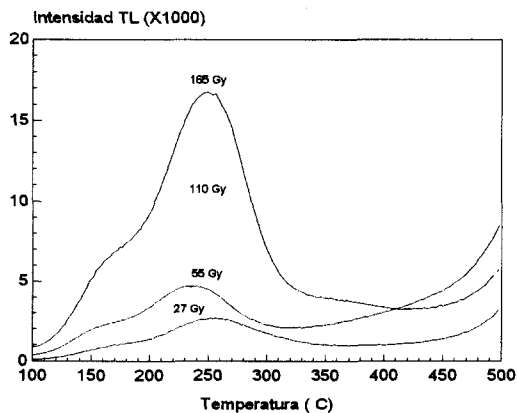


Figura 1.- Señal TL inducida por la radiación gama en las muestras de Zr tratadas a 500°C.

En la Figura 2, se presentan los espectros TL de la muestra de Zr tratada térmicamente a 625°C e irradiada a diferentes dosis desde 27 hasta 165 Gy. En esta se puede apreciar un comportamiento similar para las diferentes dosis, es decir, se observan principalmente dos picos de emisión, uno centrado en 145°C y el otro menos intenso en alrededor de 240°C, además de un incremento en la señal a partir de 320°C.

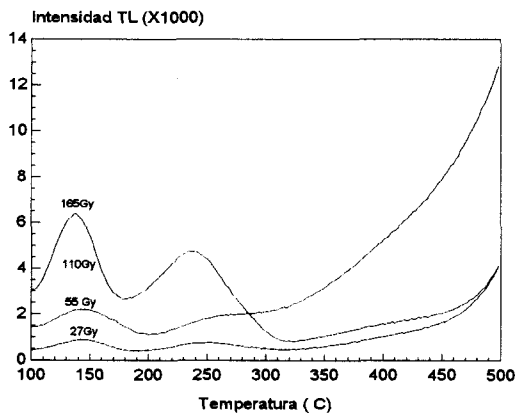


Figura 2.- Señal TL inducida por la radiación gama en las muestras de Zr tratadas a 625°C.

En la Figura 3 se presentan el espectro TL correspondiente a la muestra tratada a 750°C e irradiada a diferentes dosis (de 27 hasta 165 Gy). Al igual que la muestra tratada a 625°C, en ésta se observan principalmente dos picos de emisión; uno en alrededor de 140°C y el otro mucho menos intenso a 240°C. Además en esta muestra es más notorio el incremento de la señal con la dosis.

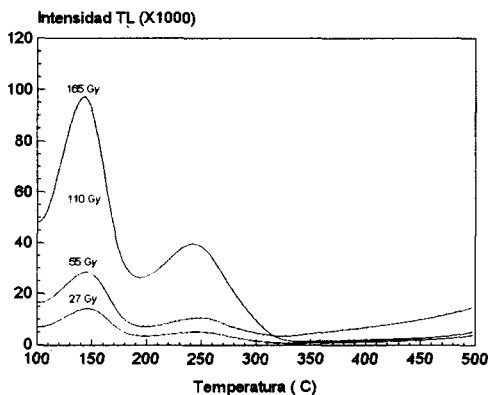


Figura 3.- Señal TL inducida por la radiación gama en las muestras de Zr tratadas a 750°C.

En la Figura 4 se presentan los espectros TL de la muestra de Zr tratada a 875°C e irradiada a diferentes dosis. En esta se puede apreciar también un pico de emisión centrado en 145°C y otro poco intenso en 240°C. En tanto que en la Figura 5 se presentan los espectros correspondientes a la muestra tratada a 1000°C, y en los que se observa un solo pico de emisión localizado en 150°C.

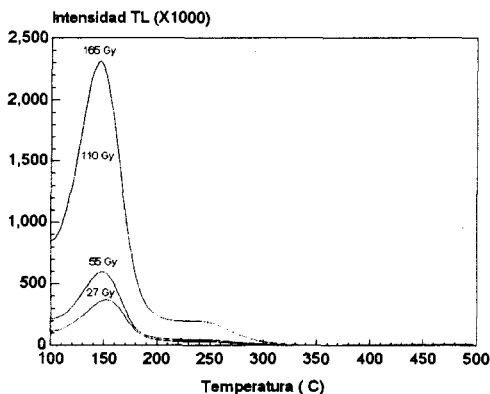


Figura 4.- Señal TL inducida por la radiación gama en las muestras de Zr tratadas a 875°C.

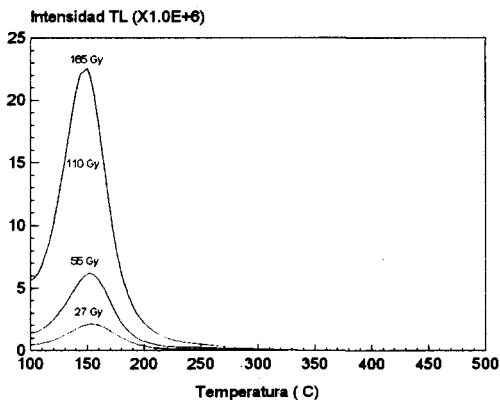


Figura 5.- Señal TL inducida por la radiación gamma en las muestras de Zr tratadas a 1000°C .

Por otro lado, la Figura 6 presenta el espectro TL de cada una de las muestras tratadas térmicamente e irradiadas con una misma dosis (de 27 a 165 Gy). En esta se puede apreciar la diferencia del espectro TL de cada una de éstas, debido al proceso térmico al que fueron sometidas. Es claro que para las muestras tratadas a 750°C o más, el pico de emisión localizado entre 140 y 150°C es mucho más intenso que el localizado a 240°C , de hecho prácticamente desaparece para la muestra tratada a 1000°C . Mientras que para las muestras tratadas a 625 y 500°C es más intenso el pico localizado alrededor de 240°C . Otra diferencia muy importante que se puede apreciar en esta figura, es la intensidad de señal producida por

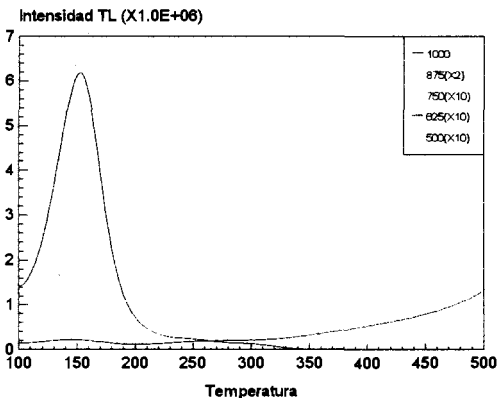


Figura 6.- Señal TL inducida por la radiación gamma en las muestras de Zr tratadas a diferentes temperaturas e irradiadas con una dosis de 55 Gy.

cada muestra; las muestras tratadas a 500 y 625 °C producen una señal poco intensa (fueron amplificadas 10 veces en la figura), en tanto que las tratadas a 750 °C o más generan una señal mucho más intensa, aunque en el caso de la muestra tratada a 1000 °C es más marcada esta intensidad. Esto también puede ser apreciado en la Tabla I, donde se presenta el área bajo la curva de cada una de las muestras tratadas térmicamente e irradiadas a diferentes tiempos; es posible observar que para 500 y 625 °C el área bajo la curva es mínima comparada con las correspondientes para las muestras tratadas a mayor temperatura pero con el mismo tiempo de irradiación.

Dosis (Gy)	Temperatura de tratamiento (°C)				
	500	625	750	875	1000
27	47.02	32.96	165.19	2607.94	13231.76
55	109.06	125.67	455.78	3667.46	37648.08
110	104.81	101.65	652.15	8871.08	5823.5
165	144.81	114.85	1021.37	12166.78	135733.7

Finalmente, en la figura 7 se presenta de manera gráfica el incremento de la señal TL en función del tiempo de irradiación. En ésta se puede apreciar un crecimiento lineal, en el intervalo de dosis de 27 a 165 Gy. También se puede apreciar que para las muestras tratadas a 500 y 625°C solo hay un ligero crecimiento de la intensidad TL, en tanto que para las muestras tratadas a mayor temperatura, la velocidad de crecimiento de la señal es mucho mayor; de hecho es notorio la velocidad de crecimiento (pendiente de la curva) se incrementa conforme lo hace la temperatura de tratamiento, siguiendo un comportamiento lineal.

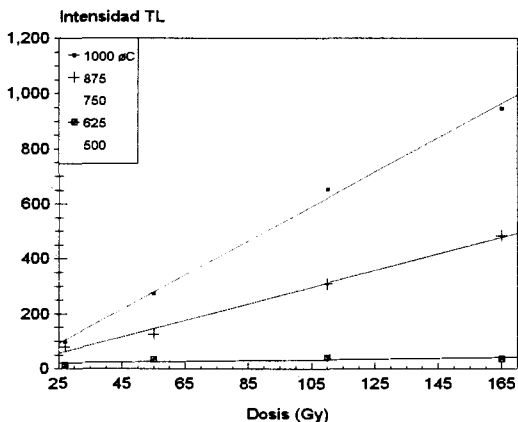


Figura 7.- Razón de crecimiento de la señal TL inducida por la radiación Gama en las muestras de Zr tratadas a diferentes temperaturas.

Conclusiones

Los resultados mostraron que las muestras de zirconia preparadas por el método solgel son sensibles a la radiación gamma emitida por una fuente de ^{60}Co cuando reciben un tratamiento térmico de $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ y esta sensibilidad, que puede ser cuantificada a través de la señal TL inducida, puede ser incrementada conforme aumenta la temperatura de tratamiento, es decir, que es posible controlar el comportamiento de estos materiales dependiendo de la intensidad de la fuente de radiación presente. También se observó que la forma de curva TL inducida por la radiación depende del tratamiento térmico que recibió el material; esto indica que la estructura interna del material esta sufriendo cambios debidos al tratamiento térmico, por lo que se puede considerar a la termoluminiscencia como una herramienta no solo para cuantificar campos de radiación, sino que incluso puede ser útil para el estudio de los materiales.

Este trabajo fue realizado a través del proyecto "Materiales Nanoestructurados", clave 3795P-A, apoyado por CONACYT.

Bibliografía

- Cameron I. R., Sintharalingam N. and Kenney G. N. *Thermoluminescence Dosimetry*. The University of Wisconsin Press, 1968.
- Juan Azorín Nieto. *Luminiscence Dosimetry. Theory and Applications*. Ediciones Técnico Científicas, S. A. de C. V. 1990.
- L. Rojas; D. Mendoza-Anaya; L. Tavera-Davila; P. González-Martínez. "Señal Termoluminiscente Inducida por la Radiación Gamma y Electrones en el Detector CR39". XI Congreso Nacional sobre Dosimetría de Estado Sólido. Puebla, Pue., 27 y 28 de Agosto de 1998.
- Salas; E. de la Rosa-Cruz; D. Mendoza-Anaya; P. González-Martínez; R. Rodríguez; and V. M. Castaño. *High Temperature Thermoluminescence Induced on UV-Irradiated Tetragonal ZrO_2 Prepared by Solgel*. Enviado a *Physical Review*, 1999.
- D. Mendoza-Anaya, P. González-Martínez, M. Espinosa-Pesqueira, P. Salas y V. M. Castaño. "Termoluminiscencia Inducida por los Rayos X en Materiales de Silíce con Impurezas Metálicas". XII Congreso Nacional sobre Dosimetría de Estado Sólido, IPN-Unidad Zacatenco, 22-24 de Septiembre de 1999, México, D. F., México.
- D. Mendoza Anaya, Clemente Meza, P. González Martínez, P. Salas, V. M. Castaño. *Termoluminiscencia Inducida por la Radiación UV en Zirconia Preparada por el Metodo Sol-Gel*. Informe Técnico CM-007-2000.