



Obtención de parámetros cinéticos del LiF:Mg y LiF:Mg, Ti

Lozano Rojas I.¹, González Martínez P.R.², Rivera Montalvo T.¹, Roman Lopez J.¹

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional,
Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

²Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) “Dr. Nabor Carrillo Flores”
Carr. Mexico –Toluca S/N La Marquesa C.P. 52750 Ocoyoacac. Edo. Mex.
ivonne.berenice@gmail.com.mx

Resumen

En el presente trabajo se determinaron los parámetros cinéticos del LiF:Mg (400 ppm Mg) y LiF:Mg,Ti (400 ppm Mg, 60 ppm Ti).

La posición y forma de los picos en la curva TL dependen de diversos parámetros que caracterizan a los estados energéticos de atrapamiento de los electrones liberados por la radiación. Entre los parámetros cinéticos más importantes se encuentran: la energía de activación o profundidad de la trampa (E), probabilidad de recombinación (ρ), factor de frecuencia o factor preexponencial (s) y el orden de cinética de recombinación (b) [6].

La deconvolución es un método general que permite, en contraste con otros métodos experimentales, el ajuste de una curva TL con varios picos. Una de las ventajas del método es que permite la evaluación simultánea de los parámetros cinéticos de los picos TL presentes. Mientras que los otros métodos requieren de la eliminación de los picos de bajas temperaturas con algún tratamiento térmico adicional.

La deconvolución de la curva TL se llevó a cabo mediante el software matemático para la optimización no-lineal, basado en el algoritmo de Programación Cuadrática Secuencial llamado “PCSDTLA.FOR”.

Los parámetros cinéticos obtenidos para el LiF:Mg,Ti, concuerdan con los reportados para el dosímetro comercial TLD-100, sin embargo, los parámetros cinéticos del LiF:Mg, son nuevos y pertenecen a la originalidad de este trabajo.

Introducción

El estudiar el LiF:Mg,Ti es debido a su equivalencia con el tejido humano, obteniendo beneficio en el campo de la investigación y en la medicina.

El proceso físico que da lugar a la emisión Termoluminiscencia (TL) de un sólido está relacionado con el movimiento de portadores de carga (electrones- agujeros) entre diferentes estados de energía debido a las imperfecciones en la red cristalina del sólido. El estudio de la cinética del proceso TL, implica la investigación de las transiciones electrón-agujeros entre estados de energía relacionados con las diferentes imperfecciones (impurezas y defectos) durante la irradiación de la muestra como durante el proceso de lectura (calentamiento).

Procedimiento Experimental

La síntesis del material se llevó a cabo en el departamento Física del ININ.

Para determinar los parámetros cinéticos de la curva se tomó una alícuota de polvo de las siguientes preparaciones LiF:Mg (400 ppm Mg) y LiF:Mg,Ti (400 ppm Mg, 60 ppm Ti) se dio un tratamiento térmico de 400°C posteriormente se irradió con una fuente de ⁶⁰Co VickRad a una dosis de 1Gy, después de 30 minutos se tomaron las lecturas de los dosímetros con una rapidez de calentamiento constante de 2°C/s [7], un precalentamiento de 60 °C, una temperatura máxima de 300 °C y un tiempo de adquisición de 120 segundos.

La deconvolución de la curva TL se llevó a cabo mediante el software matemático para la optimización no-lineal, basado en el algoritmo de Programación Cuadrática Secuencial llamado “PCSDTLA.FOR”, desarrollado en el ININ. Los datos obtenidos son procesados en el paquete Origin [1].

Resultados y Análisis

Los resultados de la deconvolución de la curva de brillo de LiF:Mg se resumen en la tabla 1. En dicha tabla se presenta la temperatura máxima de cada pico, intensidad máxima de cada pico, el orden de la cinética (b), energía de la trampa (E), factor de frecuencia (s) número de trampas desocupadas (n_0) y el factor de pre-exponencial (s^*). Los picos 1, 2 y 4 mostraron una cinética de orden general, mientras que el pico 3, presenta una cinética que puede considerarse de primer orden. La energía de activación o profundidad de la trampa fue de 1.17, 1.37, 1.58 y 2.10 eV para los picos 1, 2, 3 y 4 respectivamente como se muestra en la figura 1.

Tabla 1. Resultados de la deconvolución aplicada al espectro TL del LiF:Mg.

Pico	T_M (K)	I_M	b	E (eV)	s(s ⁻¹)	n_0 (cm ⁻³)	s^* (cm ^{3(b1)} s ⁻¹)
1	383.92	3.13E2	1.13	1.17	3.69E14	4.66E3	1.25E14
2	423.08	3.53E2	1.22	1.37	3.27E15	5.68E3	5.01E14
3	461.18	1.03E3	1.05	1.58	2.96E16	1.59E4	1.83E16
4	513.95	1.96E4	1.86	2.10	6.89E19	3.89E5	1.05E15

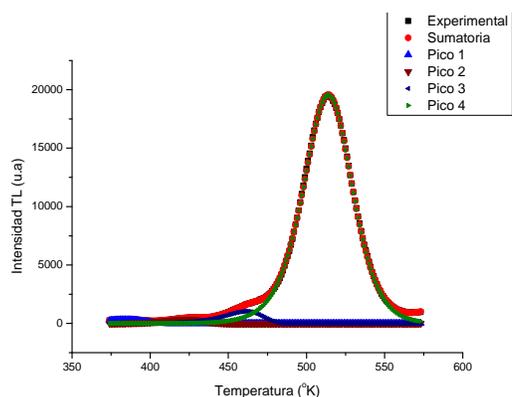


Figura 1. Deconvolucion de la curva TL del LiF:Mg (FOM=0.55%).

Los resultados de la deconvolución de LiF:Mg,Ti se muestran en la tabla 2. Todos los picos mostraron una cinética de orden general. La energía de activación o profundidad de la trampa fue de 1.43, 1.63, 2.14, 2.36 y 3 eV para los picos 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente como se muestra en la figura 2.

Tabla 2. Resultados de la deconvolución aplicada al espectro TL del LiF:Mg, Ti (60 ppm Ti)

Pico	T_M (K)	I_M	b	E (eV)	s (s^{-1})	n_0 (cm^{-3})	s^{-1} (cm^{-3})
1	384.55	1.05E4	1.34	1.43	1.21E18	1.42E5	2.24E16
2	424.57	9.86E3	1.82	1.63	4.48E18	1.70E5	2.34E14
3	461.52	2.50E4	1.80	2.14	5.69E22	3.88E5	1.85E18
4	495.50	8.99E4	1.55	2.36	2.27E23	1.34E6	9.18E19
5	557.64	4.03E3	1.15	3.00	2.89E26	5.09E4	5.84E25

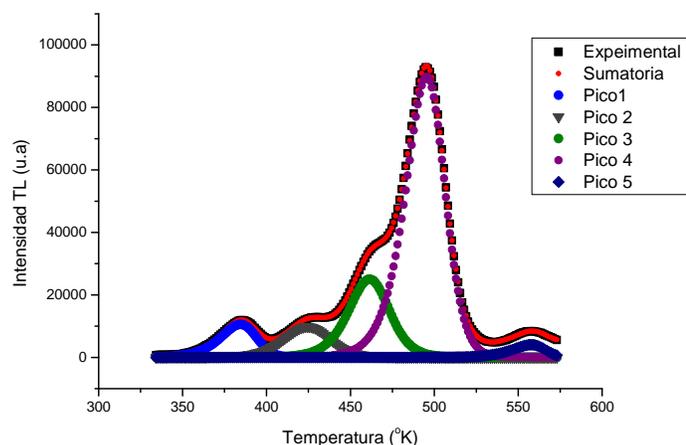


Figura 2. Deconvolucion de la curva TL del LiF:Mg,Ti (60 ppm Ti) con FOM=0.47%

Conclusiones

En la figura 1 y 2 se aprecia que el LiF:Mg, presenta 4 picos mientras que el LiF:Mg, Ti presenta 5 picos acorde a la teoría [3]. El LiF:Mg presenta el pico dosimétrico a 240 °C, con una energía de activación de 2.1 eV, la cinética de los picos fue de orden general. El LiF:Mg,Ti presenta el pico dosimétrico a 222 °C, con una energía de activación de 2,46 eV, la cinética de los picos fue de orden general [4].

La precisión de los resultados obtenidos por deconvolución fueron verificados por Figure Of Merit (FOM) [5]. El FOM encontrado fue 0.55% y 0.47% para el LiF:Mg y LiF:Mg,Ti, respectivamente. Valores que cumplen ampliamente con lo recomendado en la literatura ($\pm 5\%$)[2].

Referencias

- [1] López E.J. Ajuste del Modelo de Chen de Orden Cinético General, Aproximado a la Podgorsak, a Datos Experimentales de Dosímetros TL. Informe Técnico-Científico No. DSICGI-03-94/A, ININ. 1994
- [2] Horowitz Y.S. and Yossian D. (1995). Computerised Glow Curve Deconvolution: Application to Thermoluminescence Dosimetry. Radiat. Prot. Dosim. 60(1) pp. 5-19.
- [3] Weizman, Y., Horowitz Y.S. and Oster, L. (1999). Investigation of the composite structure of peak 5 in the Thermoluminescent glow curve of LiF: Mg,Ti using optical bleaching. J Phys. D 32, 2118-2127.
- [4] Bos. A. J.J. (2007) Theory of Thermoluminescence. Radiation Measurements. S45-S56.
- [5] G.H. Balian and N. W Eddy Nucl. Instrument And Meth (1977) 389.
- [6] P.R.Gonzalez. C, Furetta, New modified expressions for isothermal decay of decay Teflon embedded LiF:Mg,Cu,P. Applied Radiation and Isotopes (2011) 511.
- [7] E. Cruz. Zaragoza, P.R.Gonzalez. C, Furetta, Heating rate effect on thermoluminescence glow curve of LiF:Mg, Cu, P+ PTFE. Applied Radiation and Isotopes (2011) 1369.