

Estudio Comparativo de las Propiedades Termoluminiscentes de LiF:Mg,Cu,P, LiF:Mg,Ti y TLD-100 Irradiados con Rayos-X

Azorín J.^{1,2}, Rivera T.¹, González P.³, Ortega X.⁴, and Ginjaume M.⁴

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa,
México, D.F.

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada-IPN,
México, D.F.

³Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Salazar,
Estado de México

⁴Universitat Politècnica de Catalunya,
Barcelona, España



MX0100257

Resumen

En este trabajo se investigaron las propiedades termoluminiscentes (TL) del LiF:Mg,Cu,P y del LiF:Mg,Ti, ambos desarrollados en México, comparándolas con las del TLD-100 al exponerlos a los rayos-X. La curva TL del LiF:Mg,Cu,P exhibió dos picos a 200°C y 230°C; su respuesta TL en función de la dosis resultó lineal en el intervalo de 0.5 Gy hasta 5 Gy, su sensibilidad a los rayos-X fue alrededor de 25 veces mayor que la del TLD-100. También se midió la respuesta TL de los tres materiales en función de la energía de los fotones. Los resultados mostraron que el LiF:Mg,Cu,P tiene potencial para usarse como dosímetro de rayos-X.

Introducción

La dosimetría TL ha llegado a ser un método dosimétrico común en el campo del diagnóstico radiológico. En el pasado, la dosimetría TL había estado restringida a la dosimetría personal y a investigaciones locales tales como radiografía dental, mamografía and radiografía de tórax. En la actualidad, su campo de aplicación se ha ampliado a estudios de calidad funcionamiento de equipos de tomografía computarizada. Esto hace necesario tener un dosímetro TL que sea útil en el intervalo de energías de los rayos-X que se usan en radiodiagnóstico. De los materiales TL desarrollados en México, el nuevo y altamente sensible LiF:Mg,Cu,P reviste especial interés debido a su buena equivalencia con el tejido, que lo hace apropiado para dosimetría en las aplicaciones médicas de la radiación.. El objetivo de este estudio es comparar las características dosimétricas TL, tales como sensibilidad, dependencia de la energía de los fotones, intervalo de linealidad, etc. de dosímetros de LiF:Mg,Cu,P

y LiF:Mg,Ti elaborados en México, con el TLD-100 al exponerlos a rayos-X de 60, 120 and 300 kV.

Materiales y métodos

Los materiales usados en este estudio estuvieron constituidos por pastillas de LiF:Mg,Cu,P y de LiF:Mg,Ti embebidos en politetrafluoroetileno (PTFE) de 5 mm de diámetro y 0.9 mm de espesor, desarrollados en México^(1,2) y por cristales de TLD-100, los cuales fueron incluidos con propósitos de comparación.

Las irradiaciones se efectuaron en el Institut de Techniques Energetiques, Universitat Politècnica de Catalunya usando un equipo de rayos-X Seifert Isovolt 320 D con generador de alto voltaje constante en el intervalo de 60 a 300 kV. Las dosis se midieron con un sistema estandar constituido por un electrómetro Dosemaster 2590B y una cámara de ionización de 600 cm³ Mod. 2575. También se usó una cámara de transmisión PTW 30-636 para hacer mediciones de dosis. La presión y temperatura fueron monitoreadas durante las irradiaciones con un barómetro Wallace Tiernanm FA112150E y con un teletermómetro Y.S.I. 46-TUC respectivamente. La tabla 1 muestra la calidad de los rayos-X usados en este estudio.

Previamente a la irradiación, los dosímetros fueron sometidos a los tratamientos térmicos de borrado mostrados en la tabla 2.

Tabla 1
Características de los haces de radiación usados en este estudio

Haces de rayos-X			
Calidad de la radiación ⁽¹⁾	Energía promedio (keV)	Voltaje constante (kV)	Filtración añadida ⁽²⁾
EE-60	48	60	0.60 mm Cu
EE-120	100	120	5.0 mm Cu + 1 mm Sn
EE-300	250	300	3.0 mm Cu + 5.0 mm Pb

¹Calidad de radiación correspondiente a la serie ISO de espectro estrecho especificada en la Norma ISO-4027 1999.

²Filtración añadida a la inherente de 4 mm Al

Tabla 2
Tratamientos térmicos de borrado previos a la irradiación

Material TL	Tratamiento térmico de borrado
LiF TLD-100	400°C, 1 h seguido por 100°C, 2 h
LiF:Mg,Ti+PTFE	400°C, 1 h seguido por 100°C, 2 h
LiF:Mg,Cu,P+PTFE	240°C, 10 min seguido por 100°C, 2 h

La sensibilidad relativa se determinó irradiando muestras de los tres materiales estudiados, previamente sometidos a sus tratamientos térmicos de borrado respectivos, con rayos-X de

48, 100 y 250 keV a una dosis absorbida de 1 mGy. Para determinar la respuesta TL en función de la dosis, las muestras fueron irradiadas con rayos-X de 100 keV a diferentes dosis en el intervalo de 0.25 a 5 mGy.

Las lecturas se realizaron en un analizador TL Harshaw 4000, integrando la señal desde la temperatura ambiente ($\sim 20^{\circ}\text{C}$) hasta 240°C para el LiF:Mg,Cu,P y hasta 300°C para el LiF:Mg,Cu,P y el TLD-100 respectivamente. Todas las mediciones se realizaron en atmósfera de nitrógeno con una velocidad de calentamiento de 10°C/s .

Resultados

La figura 1 muestra las curvas TL del LiF:Mg,Cu,P+PTFE irradiado con rayos-X de diferentes energías. En esta figura, podemos observar que estas curvas exhiben dos picos a 200°C y 230°C , para 48 y 100 keV, y a 190°C y 230°C para 250 keV, con la mayor emisión en el primer pico.

En la tabla 3 se presenta la sensibilidad relativa del LiF:Mg,Cu,P+PTFE y del LiF:Mg,Ti+PTFE para rayos-X de diferentes energías, normalizando a la sensibilidad del TLD-100. La respuesta TL del LiF:Mg,Cu,P+PTFE en función de la dosis de rayos-X de 100 keV resultó lineal en el intervalo de 0.5 mGy a 5 mGy, como lo muestra la figura 2. La figura 3 muestra la respuesta TL de los tres materiales en función de la energía de los fotones.

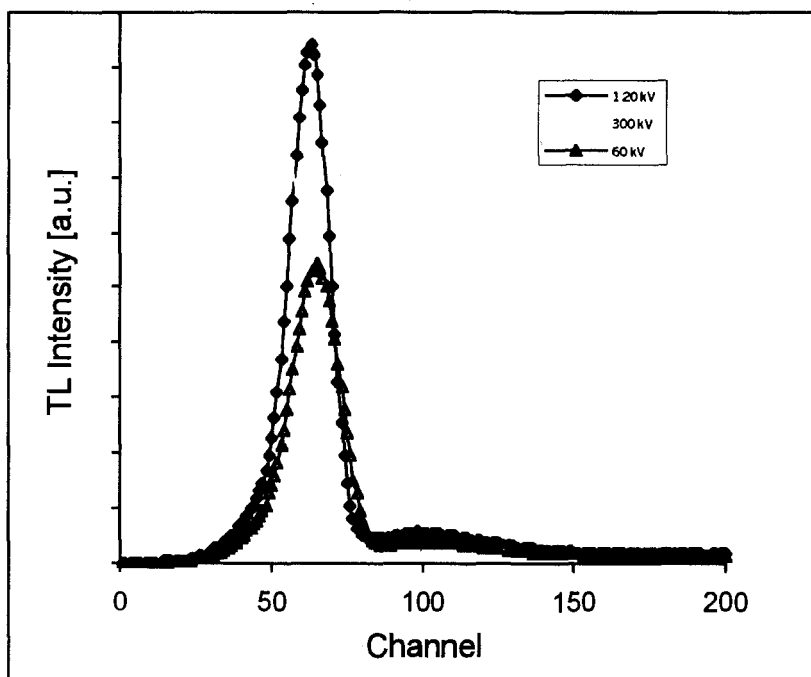


Figura 1. Curvas TL del LiF:Mg,Cu,P irradiado con rayos-X de diferentes energías.

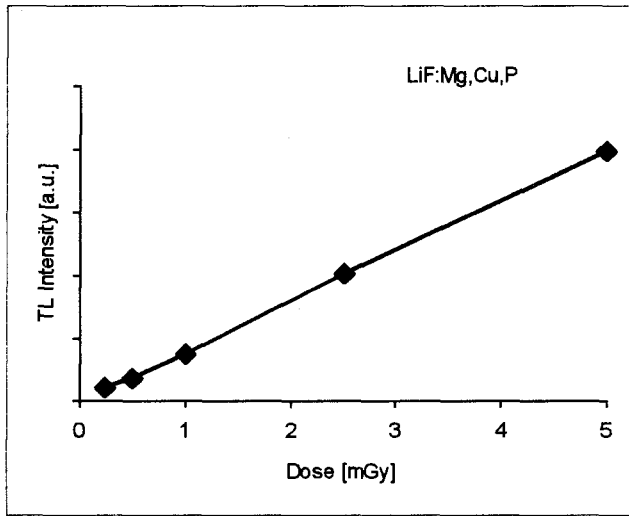


Fig. 2. Respuesta TL del LiF:Mg,Cu,P +PTFE en función de la dosis de rayos-X de 100 keV.

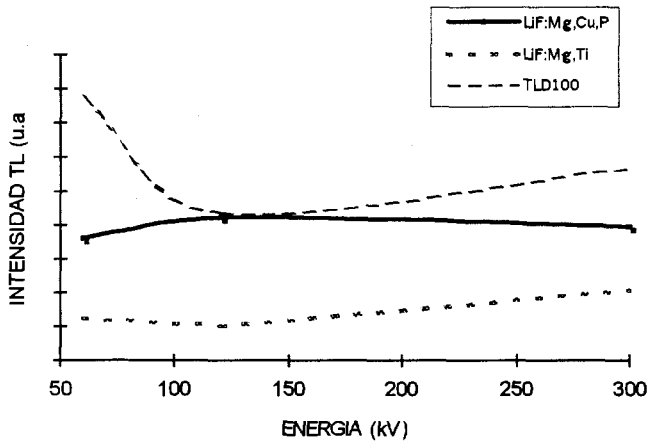


Fig. 3. Respuesta TL del LiF:Mg,Cu,P+PTFE, del LiF:Mg,Ti+PTFE y del TLD-100 a rayos-X de diferentes energías.

Tabla 3
Sensibilidad relativa del LiF:Mg,Cu,P+PTFE y del LiF:Mg,Ti+PTFE a rayos-X

TL material	X-rays sensitivity			
	60 kV	120 kV	300 kV	Average
LiF TLD-100	1	1	1	1
LiF:Mg,Ti+PTFE	3.0	2.6	3.5	3.0
LiF:Mg,Cu,P+PTFE		9.0	12.0	10.3

Conclusiones

Los resultados experimentales obtenidos indican que la sensibilidad del LiF:Mg,Cu,P+PTFE es la mayor de los tres materiales estudiados; alrededor de 10 veces mayor que la del TLD-100. Su respuesta en función de la dosis resultó lineal de 0.5 mGy hasta 5 mGy con la mayor intensidad para una energía de 100 keV.

De estos resultados podemos concluir que el LiF:Mg,Cu,P+PTFE presenta las mejores características para ser usado como dosímetro de rayos-X en las aplicaciones medicas de la radiación.

Agradecimientos

Los autores agradecen la asistencia técnica de Ma. Amor Duch Guillén en la irradiación de las muestras.

Referencias

- Azorín J., Gutiérrez A., Niewiadomski T. and González P. Dosimetric Characteristics of LiF:Mg,Cu,P TL phosphor prepared at ININ, Mexico. *Radiat. Prot. Dosim.* **33** 283-286 (1990).
- Azorín J., Gutiérrez A., Bacci C., Furetta C. and Rispoli B. Dosimetric Characteristics and Kinetic Parameters of LiF:Mg,Ti/PTFE Thermoluminescence Dosimeters Produced in Mexico. *Rev. Mex. Fis.* **38(6)** 946-950 (1992).