

Determinación del tiempo de inducción en SSNTD

DANIEL SCHINCA¹

Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP), CONICET-CIC
cc124,(1900) LaPlata, Argentina
e-mail: postmaster@ciop.edu.ar

RUBEN MAZZEI

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
Av. del Libertador 1850, Cap.Fed., Argentina
e-mail: mazzei@cnea.edu.ar

Resumen

El proceso de revelado para dosímetros de estado sólido de partículas nucleares (SSNTD) consiste en sumergir la película en un baño apropiado durante cierto tiempo, al cabo del cual puede observarse la formación de una región difusora de luz en la zona de daño (tiempo de inducción). Se presentan aquí los resultados de un método sencillo para determinar este tiempo basado en la variación temporal de la intensidad de scattering de un láser de He-Ne al incidir en la zona irradiada.

The development process for solid state nuclear track detectors (SSNTD) consists in immersing the detector in a suitable bath. After a certain time (induction time) a light diffusion zone develops in the irradiated region. In this work, a simple method for the determination of the induction time based on the temporal variation of the scattering intensity of a He-Ne laser beam traversing this region is presented.

I. Introducción

Los detectores de estado sólido de trazas nucleares consisten en compuestos poliméricos en forma de láminas delgadas transparentes. cuando un haz de partículas nucleares incide sobre un material dosimétrico de estado sólido, se produce un determinado daño que consiste en una serie de trazas generadas a partir de los iones incidentes. Del estudio de las mismas puede extraerse información acerca de la energía por unidad de masa del ion, su alcance, cambio de carga, etc. Dichas trazas se ponen de manifiesto al someter al material irradiado a un proceso de ataque químico (etching).

La evolución del diámetro y longitud de las trazas con el tiempo de etching indica que las mismas son observables solo después de un

cierto tiempo a partir del comienzo del procesado químico (tiempo de inducción)¹⁻⁵. Este puede determinarse usando microscopía electrónica para medir diámetros de trazas correspondientes a distintos tiempos de etching. Levantando un gráfico de diámetros versus tiempo es posible extrapolar las curvas así obtenidas para diámetro cero. La intersección con el eje de tiempos determina el tiempo de inducción. Ruddy y col.⁴ proponen un método de visualización de trazas utilizando microscopía óptica para observar su evolución a tiempo real. En el mismo, los autores observan la lámina de material dosimétrico con el microscopio mientras se halla sumergida en el baño químico. Este método sobrestima el tiempo de inducción debido a la imposibilidad de observar trazas de diámetros menores que el micrón.

² Investigador CIC

El presente trabajo muestra los resultados preliminares de un método basado en el scattering de luz láser para determinar tiempos de inducción a tiempo real. Se presentan resultados sobre un cierto material dosimétrico y se estudia la evolución del tiempo de inducción para diferentes temperaturas.

II. Equipo Experimental

Como material detector se utilizaron láminas (folias) de CR-39 de 100 μ m de espesor, totalmente transparentes a la luz visible. Estas fueron irradiadas con una fuente de ^{252}Cf geometría 2π durante tres días. La solución química era PEW (30 g de KOH + 80 g de alcohol etílico + 90 g de agua). Sobre las mismas se hacía incidir un láser de He-Ne de 2 mW de potencia, cuyo haz era expandido para iluminar uniformemente la región de daño. La luz dispersada era recogida en un ángulo conveniente por una fibra óptica y la intensidad era monitoreada con un fotomultiplicador de tipo general cuya salida se conectaba a un registrador gráfico. El esquema del montaje y algunos detalles del mismo se muestran en la figura 1.

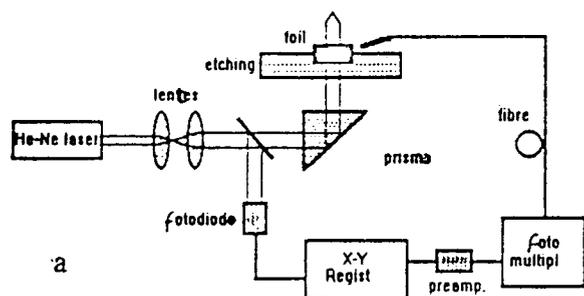


Figura 1:(a) esquema experimental
(b) vista general del montaje
(c) detalle del portafoil

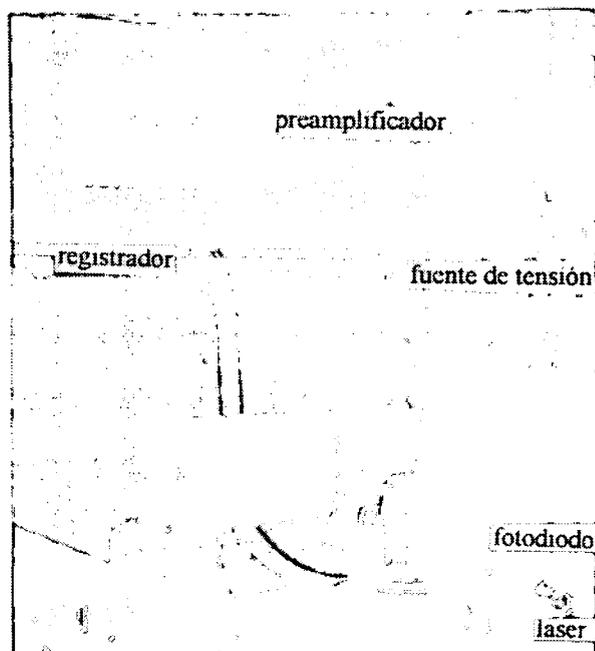


Figura 1(b)

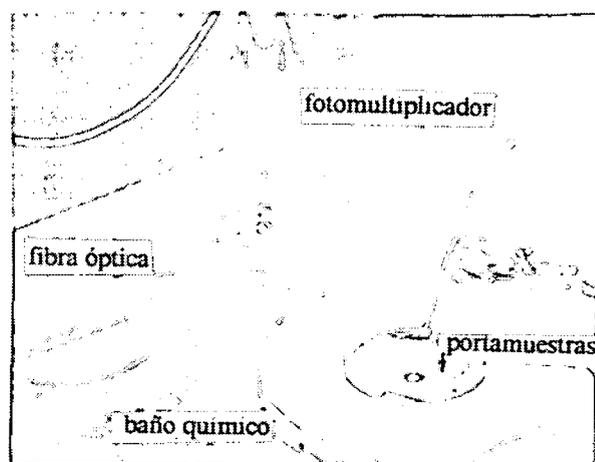


Figura 1(c)

III. Resultados

Antes del etching, la folia es transparente a la luz del láser y no la dispersa; sin embargo, luego del tiempo de inducción, las trazas atacadas forman pequeños hoyos en el material, formando inhomogeneidades que comienzan a dispersar la luz, siendo este proceso registrado en tiempo real. Curvas típicas de intensidad de dispersión vs. tiempo pueden verse en la figura 2 para distintas temperaturas. En cada caso se indica con una flecha el tiempo de inducción. Si el etching se prolonga por un tiempo mayor que éste, se observan máximos y mínimos como lo muestra la figura 3.

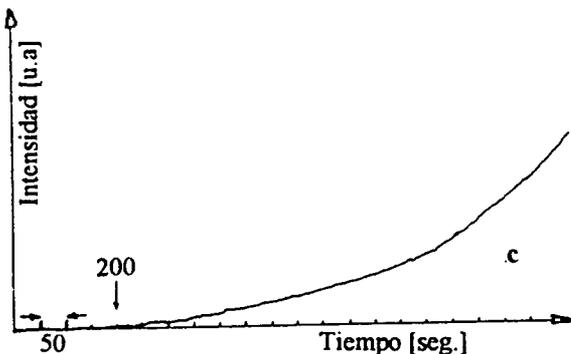
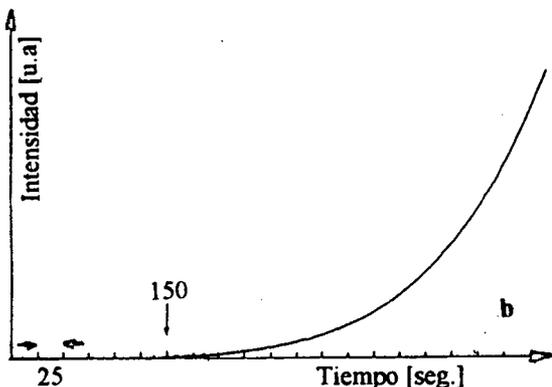
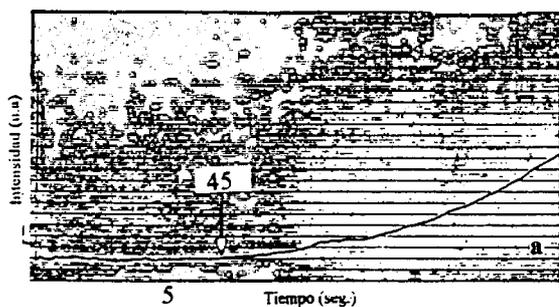


Figura 2: Intensidad de scattering vs. tiempo en CR39 para distintas temperaturas de etching: (a) 36°C; (b) 26°C; (c) 18°C.

La fuente de Cf emite fragmentos de fisión y partículas alfa, siendo las trazas de los primeros de mayor diámetro y alcance que las de las segundas. Por lo tanto, se generan dos clases de trazas capaces de dispersar luz. A medida que avanza el ataque químico, este genera en primer término inhomogeneidades provenientes de las trazas de mayor diámetro, y una vez agotadas éstas, continúa con las de menor diámetro. Así, si deja de actuar el etching por un tiempo prolongado, se observa que luego del tiempo de inducción existe un patrón de doble pico que daría cuenta de las dos clases de trazas, como se ve en la figura 3. La existencia de estas clases de trazas se observa también con técnicas de microscopía electrónica, lo que indica que la técnica de scattering posee la capacidad de resolver los iones incidentes.

Trabajos anteriores han logrado establecer que la dependencia del tiempo de inducción con la temperatura del etching es de tipo inversa: a menor temperatura mayor tiempo de inducción⁶, lo cual también se verifica al determinar éste con el método de scattering y graficarlo en función de la temperatura del baño químico (figura 4).

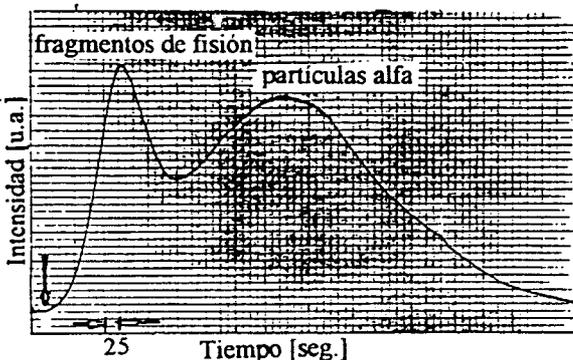


Figura 3: Idem figura anterior para 40°C mostrando patrón de doble pico a tiempos mayores.

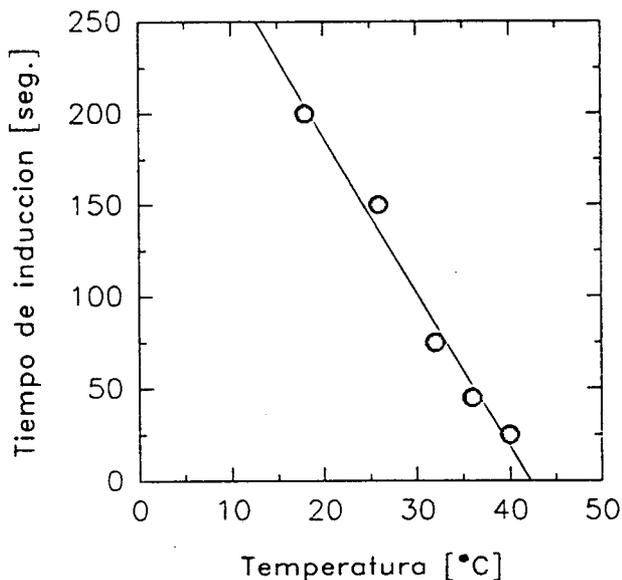


Figura 4: Tiempo de inducción vs. temperatura.

Por otro lado, Schlenk y col.⁷ mostraron que la dependencia de la velocidad de ataque con la temperatura puede describirse por la relación:

$$V_B = C. \exp[-E_0 / kT]$$

donde k es la constante de Boltzmann, T la temperatura y E_0 la energía de activación. De tal forma, el producto $q = V_B t_{ind}$ debería o bien ser independiente de la temperatura o variar lentamente con ella. La figura 5 muestra los resultados de este producto para distintas temperaturas obtenidos con el método de scattering. Se observa que posee picos y valles pronunciados. Este comportamiento coincide con el que se obtiene para otro tipo de detector (Macrofol) usando la técnica de transmisión óptica (inserto fig.5).

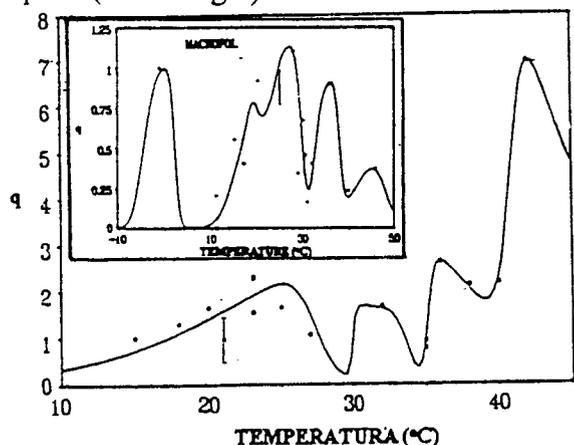


Figura 5: *Producto de velocidad de ataque por tiempo de inducción vs. temperatura para dos clases de detectores.*

IV. Conclusiones

El método aquí mostrado resulta simple, práctico y en tiempo real. Permite determinar tiempos de inducción para distintos materiales a distintas temperaturas y con diferentes baños químicos. Además posee la habilidad de resolver las distintas clases de trazas correspondientes a distintos iones incidentes. Se trabaja ahora en la optimización de la adquisición de datos con pc y en el aumento de la relación señal-ruido que permitan la realización de estudios sistemáticos del tiempo de inducción bajo diversas condiciones a fin de aportar datos que ayuden a desarrollar un modelo que explique su origen.

Referencias

1. Bourdin J., Mazzei R., Bernaola O., Grasso J. y SaintMartin G., Nucl. Inst. and Meth. B, **8**, 548 (1987).
2. Lück H, Nucl. Inst. and Meth. **131**, 105 (1975)
3. Rudy F., Knowless H. and Tripard G. Phys. Rev. Lett., **37**, 826 (1976).
4. Rudy F., Knowless H., Luckstead S. and Tripard G. Nucl. Inst. and Meth., **147**, 25 (1977).
5. Schwenk P., Sermund G. and Enge W. Nucl. Tracks, **8**, 37 (1984).
6. Gravez B., Vater P. and Brandt R. Nucl. Tracks, **5**, 287 (1981).
7. Schlenk B., Somogyi G. and Valek A. Radiation Effects, **24**, 247 (1975).

CEILAP
CITEFA CONICET
ZUFRIATEGUI Y VARELA
1603 VILLA MARTÍN
REPUBLICA ARGENTINA