

# **ACTAS DE LA 7<sup>a</sup> REUNIÓN NACIONAL DE ÓPTICA**

**Santander, septiembre 2003**

***ISBN: 84-8102-348-5***

## CARACTERÍSTICAS HOLOGRÁFICAS DE UN FOTOPOLÍMERO DE 1 mm DE ESPESOR PARA LA OBTENCIÓN DE MEMORIAS HOLOGRÁFICAS

M. Ortuño<sup>1</sup>, S. Gallego<sup>1</sup>, C. Neipp<sup>2</sup>, C. García<sup>1</sup>, A. Beléndez<sup>2</sup> and I. Pascual<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Interuniversitario de Óptica. Universidad de Alicante.

<sup>2</sup>Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante, Apartado 99. E-03080 Alicante.

### 1. Introducción.

Los fotopolímeros constituyen uno de los muchos tipos diferentes de materiales de registro utilizables en holografía. Estos materiales son objeto de un intenso estudio debido a las importantes aplicaciones prácticas que se pueden derivar de su desarrollo, en especial en el campo del almacenamiento digital de información en las llamadas memorias holográficas. Este tipo de memoria, al contrario que las que se utilizan actualmente, utiliza el espesor del material de registro para la grabación de datos, cualidad inherente a la holografía, y no solo la superficie del medio como en los dispositivos ópticos actuales tales como el CD o el DVD. Debido a esto la capacidad teórica de almacenamiento de información de las memorias holográficas es muy superior a las técnicas actuales y por este motivo es necesario desarrollar fotopolímeros de gran espesor, con buenas propiedades holográficas [1].

En este trabajo analizamos el comportamiento de un fotopolímero de alcohol polivinílico/acrilamida de alrededor de 1 mm de espesor con vistas a su posible utilización en memorias holográficas de tipo WORM (write once read many). Mediante un montaje holográfico típico se registran en el material redes de difracción no inclinadas, probando así la respuesta del fotopolímero en los diferentes parámetros holográficos: eficiencia en difracción, sensibilidad y respuesta angular, analizando las peculiaridades de este tipo de fotopolímero cuando se trabaja con grandes espesores.

### 2. Experimental.

Mediante un agitador magnético y con luz roja, se prepara una disolución cuyos componentes y concentraciones se detallan en la Tabla 1. Esta disolución se deposita por gravedad en moldes circulares de poliestireno que se guardan en la oscuridad. Tras una evaporación parcial de agua, el material se extrae del molde, se corta y se pega, sin necesidad de adhesivo, a un vidrio de 6.5x6.5 cm<sup>2</sup>. El espesor del material se mide mediante un micrómetro convencional. La exposición de las capas de fotopolímero se efectúa inmediatamente, utilizando un montaje holográfico típico [2]. Se han grabado redes de difracción de 1125 líneas/mm, con una longitud de onda de registro de 514 nm a 5 mW/cm<sup>2</sup> y una longitud de onda de lectura de 633 nm.

Composición de la disolución de partida	
Alcohol polivinílico Fluka 18-88	13.30% m/v
Trietanolamina	0.15 M
Acrilamida	0.34 M
Eosina amarillenta	$9.0 \times 10^{-5}$ M

Tabla 1: Composición de la disolución utilizada en la preparación de las capas de material de registro.

### 3. Resultados.

En la Figura 1 se representa el rendimiento en difracción (DE) y la suma DE más rendimiento en transmisión (TE) frente a la exposición (E) para una capa de fotopolímero de 1000  $\mu\text{m}$ . Observamos como la suma DE más TE queda comprendida entre el 78% y el 84% durante la etapa de registro de la red de difracción. Se trata, por tanto, de un valor elevado que además se mantiene relativamente constante, lo que supone que las pérdidas por absorción de luz por parte del vidrio y del material de registro son pequeñas. En la curva DE frente a E, el DE máximo alcanzado durante el registro, sobre el 70%, constituye un valor alto, necesario en el registro de múltiples hologramas de bajo DE individual, como en el multiplexado angular, técnica aplicable en desarrollos prácticos de memorias holográficas [1]. El DE máximo se alcanza con tan solo 88  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ , lo que supone una buena sensibilidad para este fotopolímero. Se observa también como es necesaria una energía mínima para que el material responda (mientras  $E < 20 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ , no hay haz difractado). Este período de inducción no se observa a igual intensidad incidente del láser de registro con capas estándar (de 100  $\mu\text{m}$  o menos) [2]. La etapa de registro se finalizó en el último punto que muestran ambas gráficas y en la Figura 2 se muestra la respuesta angular obtenida tras finalizar la grabación. Se observa como el máximo rendimiento en difracción se sitúa en un estrecho margen de solo  $0.4^\circ$ , lo que representa una alta selectividad angular, cualidad muy interesante para la aplicación de memorias holográficas y que no se da en espesores bajos [3].

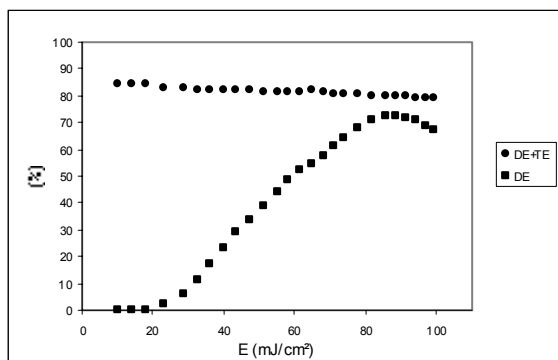


Figura 1: DE y DE más TE, frente a E para una capa de fotopolímero de 1000  $\mu\text{m}$  de espesor.

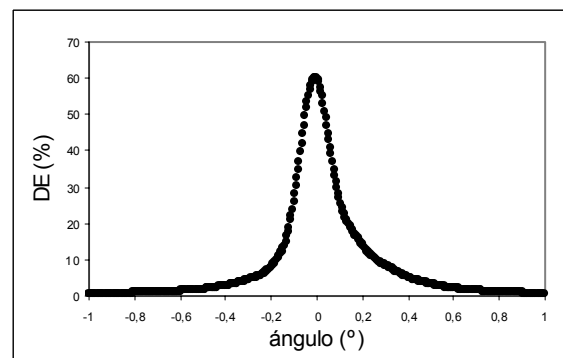


Figura 2: Respuesta angular para una capa de fotopolímero de 1000  $\mu\text{m}$  de espesor.

Por último, con el fin de evaluar el comportamiento de las capas de fotopolímero de mayor espesor para la aplicación de memorias holográficas, en la Figura 3 se han registrado 9 redes de difracción en una misma zona de material de registro de 1000  $\mu\text{m}$ , mediante la técnica de multiplexado angular, disminuyendo  $0.5^\circ$  el ángulo entre la normal a la capa de

fotopolímero respecto de la posición inicial en ángulo de Bragg entre el registro de una red de difracción y la siguiente, de forma que en una variación de  $-2.5$  a  $+2.5^\circ$  en la rotación del eje perpendicular a la mesa de trabajo es suficiente para incluir las 9 redes, obteniéndose unos valores altos para cada DE máximo individual y una separación entre ellos tal que permite su reconstrucción independiente. El número M obtenido en estas condiciones es  $M\#=38$  lo que supone un alto rango dinámico para este material [4].

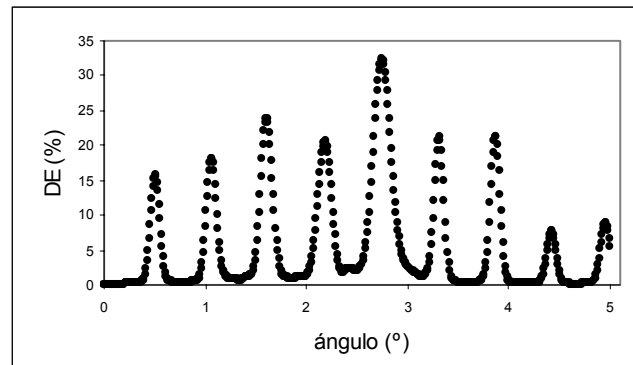


Figura 9: rendimiento en difracción frente al ángulo en el registro de varias redes de difracción mediante multiplexado angular.

#### 4. Conclusión.

Se ha analizado el comportamiento holográfico de un fotopolímero de alcohol polivinílico/acrilamida de espesor elevado con vistas a su aplicación en memorias holográficas. El material presenta una alta selectividad angular ( $0.4^\circ$ ), característica muy útil en este tipo de desarrollos; buena sensibilidad ( $88 \text{ mJ/cm}^2$ ), bajas pérdidas por absorción y dispersión de luz, así como un alto valor del máximo rendimiento en difracción alcanzable (70%). Se ha utilizado una técnica sencilla de multiplexado angular para evaluar el comportamiento del material en la grabación de múltiples redes de difracción, obteniéndose una respuesta angular con altos valores individuales de DE, adecuada separación entre las redes de difracción almacenadas y buen rango dinámico ( $M\#=38$ ).

#### Agradecimientos.

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, CICYT, proyecto MAT2000-1361-C04-04 y la Generalitat Valenciana, proyecto GV01-130.

#### Bibliografía.

- [1] H. J. Coufal, D. Psaltis, *Holographic Data Storage*, Springer-Verlag, New York 2000.
- [2] S. Gallego, M. Ortuño, C. Neipp, C. García, A. Beléndez, I. Pascual, *Opt. Commun.* **215** (2003) 263.
- [3] D. A. Waldman, H. Y. S. Li, G. Horner, *J. Imaging Sci. and Tech.* **41-5** (1997) 497.
- [4] M. L. Calvo, *Óptica Avanzada*, Ariel, Barcelona 2002.