

**XXVII** Reunión Bienal  
de la Real Sociedad  
Española de Física

y 9<sup>o</sup> ENCUENTRO IBÉRICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Valencia . Del 20 al 24 de Septiembre 1999

**RESÚMENES  
DE LAS  
COMUNICACIONES  
TOMO II**

**EDITORES**

**M. V. Castillo, A. Ferrer, E. Higón**

**IFIC**

**Depto. Física Atómica,  
Molecular y Nuclear**

VNIVERSITAT  
ID VALÈNCIA

## REGISTRO DE HOLOGRAMAS DE FASE EN EMULSIONES DE HALURO DE PLATA SIN ETAPA DE BLANQUEO UTILIZANDO UN REVELADOR CON COMPORTAMIENTO SEMI-FÍSICO

A. Beléndez<sup>1</sup>, R. F. Madrigal<sup>2</sup>, I. Pascual<sup>3</sup> y A. Fimia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante. Apartado 99. 03080 Alicante

<sup>2</sup> Departamento de Ciencia y Tecnología de Materiales. Universidad Miguel Hernández. Campus d'Elx. Edificio La Galia. Avda. de la Libertad, s/n. 03202 Elche (Alicante)

<sup>3</sup> Departamento Interuniversitario de Óptica. Universidad de Alicante. Apartado 99. 03080 Alicante

Una cuestión importante a tener en cuenta cuando se estudia cualquier tema relacionado con los materiales de registro holográfico es que con los láseres y el equipamiento holográfico existente hoy en día es posible producir los hologramas de la mayor calidad posible y que esta calidad está únicamente limitada por el propio medio de registro. Son muchos los materiales de registro que se han desarrollado para su utilización en holografía aunque quizás sean las emulsiones fotográficas las más conocidas y utilizadas. Las emulsiones fotográficas o de haluro de plata son interesantes para holografía por muchas razones [1]. La emulsión fotográfica fue el primer material utilizado para registrar hologramas; es también el material más importante para holografía debido a sus numerosas aplicaciones científicas y artísticas. Además, presenta alta sensibilidad energética si se compara con otros materiales holográficos alternativos, puede ser depositado tanto sobre película y vidrio, es posible obtener hologramas de grandes dimensiones, pueden registrarse hologramas tanto de amplitud como de fase, tiene un poder de resolución elevado, y es fácil de fabricar y de procesar.

Los hologramas de volumen y de fase presentan la ventaja respecto a los de amplitud de sus altos rendimientos en difracción, que puede llegar teóricamente al 100% frente al 3.7% (transmisión) y el 7.2% (reflexión) de los hologramas de volumen y de amplitud. Para la obtención de un holograma de fase en emulsión fotográfica es necesario que la emulsión sea blanqueada después del revelado y fijado o, simplemente, después del revelado (en procesados sin etapa de fijado). Sin embargo, es posible obtener hologramas de fase con procesados típicos de hologramas de amplitud sin etapa de blanqueo, utilizando composiciones reveladoras especiales como los reveladores físicos [1,2] y semi-físicos [1]. A pesar de ello, en esta comunicación se muestra como bajo ciertas condiciones es posible obtener hologramas de fase mediante revelado y fijado, haciendo uso de un revelador conocido y que proporciona hologramas de amplitud, el AAC, compuesto simplemente por ácido ascórbico como sustancia reveladora y carbonato sódico anhidro (del tipo "para análisis" -PA-) como acelerador. Este tipo de hologramas de fase obtenidos mediante revelado y fijado da lugar en la emulsión, a una estructura (coloidal) de granos compactos de haluro de plata muy pequeños, mientras que los reveladores químicos proporcionan una estructura filamentosa. Además, con el revelado químico los hologramas revelados y fijados presentan un aspecto entre gris y negro, dependiendo de la exposición, los revelados físico y semifísico dan lugar a una coloración entre amarillo y marrón.

Para el estudio se realizaron redes de difracción holográficas por transmisión simétricas con una frecuencia espacial de 1200 líneas/mm en emulsión Agfa 8E75 HD con un láser de He-Ne. Las redes se revelaron con AAC y se fijaron con F-24. Se estudió la influencia del tiempo de revelado, la temperatura del revelador y la concentración de

acelerador. Como composición de partida se utilizó 18 g de ácido ascórbico y 120 g de carbonato sódico PA en 1 litro de agua destilada. En primer lugar se comprobó que este revelador tenía un comportamiento de revelador químico o de semi-físico dependiendo del tiempo de revelado. Mientras que para 5 minutos el revelador es químico, conforme disminuye el tiempo de revelado se va convirtiendo en semi-físico. Para 5 minutos se alcanzaron densidades ( $D$ ) de 5 y un rendimiento en difracción ( $RD$ ) máximo del 2% para la menor exposición. Para 3 minutos se obtuvo  $D < 1$  y un  $RD$  máximo de  $\sim 18\%$  para una exposición intermedia. Para analizar con más detalle el proceso, se analizaron mediante espectroscopía de rayos X una red revelada 5 minutos y cuya apariencia era la típica gris oscura y otra revelada menos tiempo y cuyo color era marrón. Mientras que en el primer caso aparecían en el espectro de rayos X los dos picos característicos de la plata metálica, en el segundo caso no aparecía ningún pico, lo que era una prueba de la estructura coloidal. Asimismo, se analizó la respuesta angular de las redes de difracción, obteniéndose mínimos de transmisión en el ángulo de Bragg para el caso semi-físico (redes de fase) y máximos para el químico (redes de amplitud) [3].

Las Figuras 1 y 2 muestran el  $RD$  y la  $D$  frente a la exposición, respectivamente, para tres tiempos de revelado diferentes. Para 2 y 3 minutos se obtienen redes de fase (revelado semi-físico), mientras que para 5 minutos la redes son de amplitud (revelado químico).

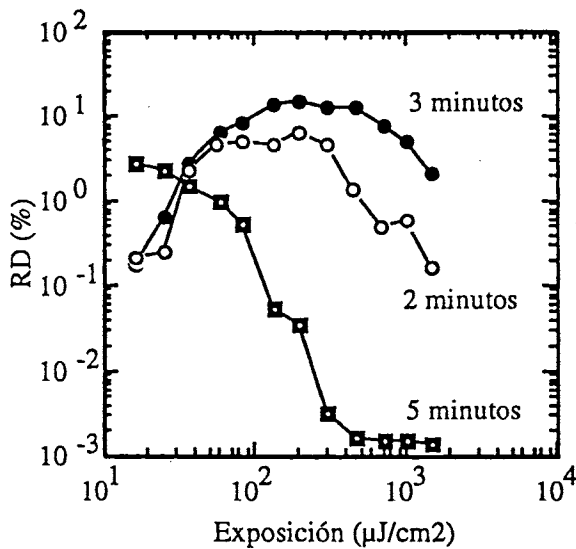


Figura 1

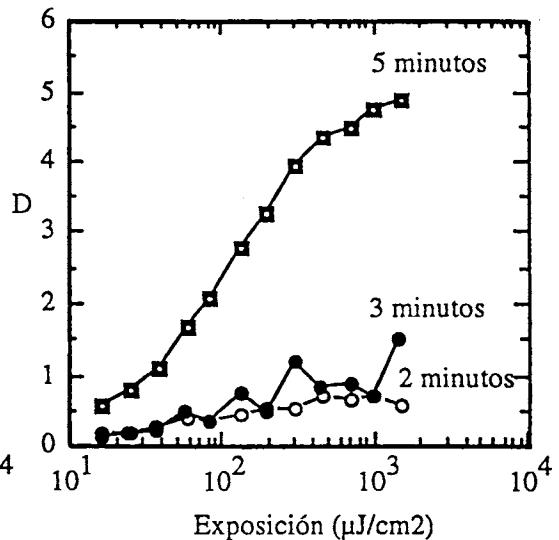


Figura 2

En experiencias realizadas con la emulsión BB-640, cuyo grano es más fino que el de la Agfa 8E75 HD, se han llegado a obtener  $RD$  superiores al 30% –sin blanqueo–, eligiendo adecuadamente las condiciones en las que llevar a cabo el proceso de revelado.

Este trabajo ha sido financiado en parte por la CICYT (MAT97-0705-C02-02).

REFERENCIAS

- [1] H. I. Bjelkhagen, *Silver-Halide Recording Materials* (Springer-Verlag, Berlin, 1995).
- [2] Y. Renotte, Y. Lyon y P. Leclère, *Proc. SPIE*, 1732 (1992) 149-159.
- [3] P. St. J. Russell y L. Solymar, *Applied Physics*, 22 (1980) 335-353.