

# HOLOGRAMAS DE REFLEXION REGISTRADOS EN EL INFRARROJO Y RECONSTRUIDOS EN EL VISIBLE

G.Molesini, F.Quercioli

*Instituto Nazionale di Ottica, Florencia, Italia.*

M.V.Pires de Souza (\*)

*Fundação CERTI, Florianópolis, Brasil.*

M.Trivi (\*\*)

*Centro de Investigaciones Opticas, CICPBA*

*C.C 124, 1900 La Plata.*

Se presenta una técnica para la realización de hologramas de reflexión tipo Denisyuk registrados en el infrarrojo, con posterior reconstrucción en el visible. El corrimiento en longitud de onda se obtiene con un control conveniente del espesor del film de registro. La fuente luminosa empleada es un láser de diodo de GaAlAs.

El uso de láseres de diodo para holografía ha sido propuesto por varios autores (1-5). Las distintas etapas a resolver para realizar experiencias de este tipo son a) caracterización de la fuente luminosa, b) sensibilidad del material de registro, c) cambio en la longitud de onda para la reconstrucción en el visible. En este trabajo se estudia un láser de diodo en particular, los parámetros de sensibilidad de emulsiones de haluros de plata y los procesos para controlar el espesor del film para la reconstrucción en el visible.

La fuente luminosa empleada es un láser de diodo de estado sólido de GaAlAs, monomodo longitudinal TEM<sub>00</sub>(G). La longitud de onda de operación es  $\lambda = 784$  nm, con un rango de potencia desde 6 a 20 mw de acuerdo con la corriente utilizada. La unidad de la fuente incluye la electrónica para control de la corriente y la óptica de colimación para obtener un haz láser elíptico de dimensiones 4.0 x 8.9 mm.

Para su empleo en holografía, el láser es caracterizado por su longitud de coherencia en términos de la visibilidad de las franjas como una función de la diferencia de camino óptico (OPD) en los dos brazos de un interferómetro. Las medidas fueron realizadas a potencia mínima y máxima (Fig.1), utilizando la configuración del interferómetro de Twyman-Green con "corner cube" como espejos. En particular, a máxima potencia, aún se obtiene una modulación de 0.5 con un OPD = 1m.

Las sensibilidades de los materiales holográficos convencionales Ilford SP673T y Agfa Gevact 8E75-HD fueron comparadas para la longitud de onda de

(\*) Dirección actual: OLSEN Tecnología, Curitiba, Brasil.

(\*\*) Investigador CICPBA

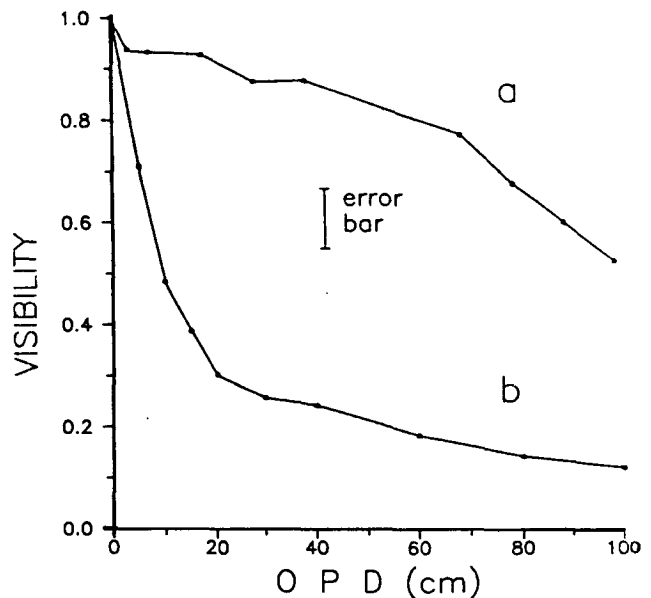


Fig.1.- Visibilidad de las franjas en función de la diferencia de camino óptico (OPD). a) a máxima potencia del láser (20 mw), b) a mínima potencia del láser (6 mw).

registro. Usando los productos químicos fotográficos y los procesos sugeridos por cada fabricante, se obtuvo la misma densidad óptica con una exposición 100 veces mayor para el film Ilford que para el Agfa. También fueron expuestos y procesados films Kodak 649F, pero no se observó ennegrecimiento para tiempos de exposición razonables. En el film Agfa 8E75-HD, la energía necesaria para obtener una densidad óptica  $D=1$ , a  $\lambda = 784$  nm, es  $18$  mJ/cm<sup>2</sup>.

Se utilizó la configuración de haz luminoso simple a incidencia normal, tipo Denisyuk, para registrar

redes holográficas de reflexión en films Agfa 8E75-Hd, controlando el espesor de la emulsión mediante los procesos químicos de revelado, fijado y blanqueado, con el objetivo de reconstruir las redes en el visible. Con este propósito, fueron investigadas las técnicas de "shrinking" (estrechamiento) y "preswelling" (pre-expansión). Usando procesos químicos que involucran la etapa de fijado para remover los granos de plata no expuestos, los resultados fueron muy pobres, sin embargo se observa el estrechamiento del espesor de la película. Se estudió un proceso basado en la acción del pyrogallol controlado por una cantidad apropiada de sulfito de sodio. En la Tabla 1 se detallan los productos químicos y los procesos realizados. El cambio hacia el visible de los resultados fue visualizado insertando las redes de reflexión en un espectrofotómetro y midiendo la transmitancia a incidencia normal en función de la longitud de onda, (Fig.2). Por supuesto, los picos negativos corresponden a reflectancia máxima. Se encuentra que con una concentración de 80 g/l del sulfito de sodio en el baño de revelado, se induce un corrimiento de 140 nm en la longitud de onda de reconstrucción. Concentraciones mayores de sulfito no producen un corrimiento mayor.

Siguiendo una aproximación diferente, se realiza un baño de la placa holográfica en Trietanolamina (TEA), (7), previo a la exposición. Este proceso es conocido como "preswelling". La placa es inmersa en una solución de 100 g/l de TEA en agua y luego se deja secar antes de exponer. El proceso posterior y los químicos son los descritos en la Tabla 1, evitando el calentamiento final. La curva de transmisión correspondiente en el espectrofotómetro se muestra en la Fig. 2 c), registrándose un corrimiento de aproximadamente 230 nm en la longitud de onda de reconstrucción. En particular, la curva evidencia una eficiencia de difracción del 19% a una  $\lambda = 550\text{nm}$ , con un ancho de banda de 32 nm.

En conclusión, se han registrado redes holográficas de reflexión a 784 nm con un láser de diodo, con posterior reconstrucción en el visible. Como el estado de arte de los láseres de diodo está cambiando rápidamente, aproximándose a regiones espectrales donde los materiales holográficos y los procesos son mejor conocidos, se espera que en el futuro sea más fácil realizar hologramas con este tipo de fuentes. Sin embargo, los procesos descritos en este trabajo son muy útiles para manipular a voluntad las longitudes de onda de reconstrucción.

<b>Revelador</b>	<b>Solución A:</b>	
	Pyrogallol	10 g
	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	80 g
	Agua	1 litro
	<b>Solución B:</b>	
	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	60 g
	Agua	1 litro
<b>Blanqueador</b>	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	5 g
	$\text{H}_2\text{SO}_4$	5 ml
	Agua	1 litro

**Revelado** 3 minutos en un baño constituido por partes iguales de soluciones A y B. Mezclar antes del uso.

**Lavado:** 3 minutos en agua corriente.

**Blanqueado** Hasta blanquear.

**Lavado** 5 minutos en agua corriente.

**Calentamiento** (Después de secado) 3 minutos a 75 °C.

Tabla I: Productos químicos y procesos estudiados.

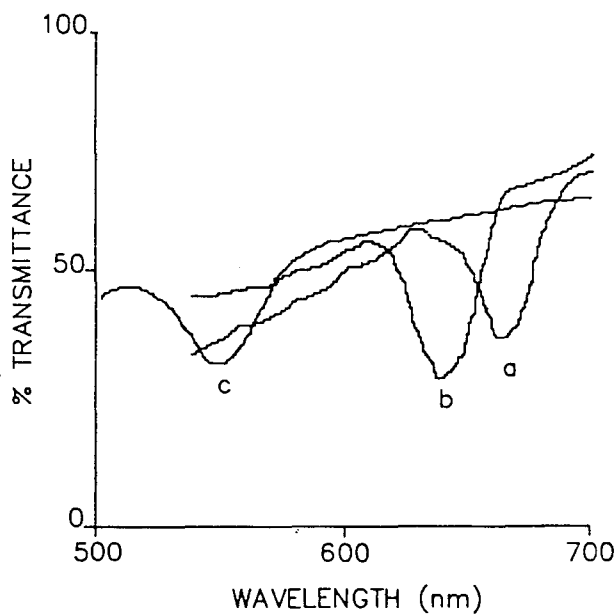


Fig.2. Transmitancia espectral de las redes holográficas de transmisión procesadas con: a) 20 g/l de sulfito de sodio, b) 80 g/l de sulfito de sodio, c) preprocesado en 100 ml/l de solución TEA, revelado con 80 g/l de sulfito de sodio.

## REFERENCIAS

- 1) K.Tatsuno y A.Arimoto, Applied Optics, 19, 2096, (1980).
- 2) M.Yonemura, Optics Letters, 10, 1, (1985).
- 3) J. A. Davis y M. F. Brownell, Optics Letters, 11, 196, (1986).
- 4) G.C.Gilbreath y A.E.Clement, Optics Letters, 12, 648, (1987).
- 5) S.Hart, G.F.Mendes, K.Bazargan, y S. Xu, Optics Letters, 13, 955, (1988).
- 6) GALA model. 076 - 16 - 8 - E, D. O. Industries, Laser Products Division, 317 E. Chestnut St., E.Rochester, NY 14445.
- 7) L.H.Lin y C.V. LoBianco, Applied Optics, 6, 1255, (1967).

