1er encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia
21 mayo 2004 León Guanajuato

DISEÑO, FABRICACION Y PRUEBA DE UNA PLACA DISPERSORA EN MATERIAL FOTOPOLIMERIZABLE

Reyna A. Duarte-Quiroga[a], Manuel Ornelas-Rodriguez [b],
Sergio Calixto[a], Antonio Martínez-Richa [c]

[a] Holografía y Materiales Fotosensibles, Centro de Investigaciones en Optica, Loma del Bosque 115, 37150, León, Gto., México, aquiroga@cio.mx, scalixto@cio.mx
[b] Depto. de Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico de León, Apdo. Postal 1-857, 37150, León, Gto., México, mornelas67@yahoo.com.mx
[c] Polímeros, Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, 36050, Guanajuato, Gto., México, richa@quijote.ugto.mx

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del diseño, fabricación y prueba de una placa dispersora. Ésta es utilizada en un interferómetro de trayectoria común para probar la calidad de la superficie de un espejo cóncavo. El diseño de una mascarilla binaria con simetría de inversión se hizo por computadora. La grabación de la mascarilla sobre un material fotosensible (placa dispersora) se hizo con luz UV. Ya en el interferómetro, la luz visible, esparcida por la placa dispersora, y enfocada por la superficie del espejo, forma un patrón de interferencia que permite evaluar la calidad del mismo.

1. INTRODUCCION

Los interferómetros de trayectoria común[1] han sido utilizados en la evaluación de sistemas ópticos de gran abertura. Al recorrer - los haces de referencia y de prueba - una trayectoria común, estos interferómetros son relativamente insensibles a golpeteo mecánico y a variaciones de temperatura. Además, para formar el haz de referencia, no requieren de un patrón de prueba de calidad óptica de las mismas dimensiones que el sistema que se va a probar. En el interferómetro de Burch, por ejemplo, el haz de referencia sólo pasa por una región pequeña de la componente óptica que se prueba. Por lo tanto, queda libre de las aberraciones de ésta y, al interferir con el haz de prueba, el cual sí ha atravesado la abertura completa del sistema, produce un patrón de interferencia del cual es posible obtener información explícita de los defectos del sistema.

Originalmente, el interferómetro de Burch utilizaba dos placas dispersoras idénticas para separar la luz y producir los haces de referencia y de prueba. Estas placas dispersoras se han hecho de diferentes maneras. Por mencionar dos de ellas: fotografiando luz blanca a través de vidrio esmerilado ó los patrones de moteado de láser. Hoy en día, la generación por computadora de mascarillas con simetría de inversión ha simplificado el interferómetro de Burch, porque una sola placa dispersora hace la función de las dos placas idénticas anteriormente utilizadas.

2. FABRICACION DE LA PLACA DISPERSORA

En la primera etapa, se diseñó en computadora una mascarilla de tipo binario, es decir, un arreglo de pixeles transparentes y opacos, con simetría de inversión (simetría de 180° con respecto a su punto central). Después, se hizo una reducción a escala del diseño. Se probaron tres métodos: fotografía con película de alta resolución (Kodak 2415), con película de alto contraste (Kodalith) e impresión comercial de alta resolución. Al ser observadas a través de un microscopio, se concluyó que la mascarilla impresa comercialmente había conservado mejor la forma de los pixeles del diseño original. Los resultados de esta última mascarilla son los que se reportan en este trabajo.

En la siguiente etapa, se fabricaron, a partir de la mascarillas binarias reducidas, placas dispersoras sobre un material fotopolimerizable. El proceso seguido[2] consta de tres pasos: (1) Preparación del material fotopolimerizable, con una fórmula basada en Ebecryl 600 y Vectomer 4010. (2)Grabación por irradiación con luz UV del material, sobre el cual se hallaba la mascarilla binaria. (3) Horneado del material para secarlo, eliminando así el residuo que no ha polimerizado. En la placa así obtenida se observa un relieve con la forma de la mascarilla binaria interpuesta, aunque también se prevén cambios locales del índice de refracción dentro del material. Se supone que los cambios en el relieve y en el índice de refracción producirán una placa dispersora que actuará adecuadamente en el interferómetro.

3. ARREGLO INTERFEROMETRICO Y EVALUACION DE DOS PLACAS DISPERSORAS

En la Fig. 1 se muestra el esquema de un interferómetro de Burch modificado[3], utilizado para la prueba de espejos cóncavos. La lente **L_1** forma la imagen de una fuente pequeña **S** sobre el espejo, en el punto **S'**. El esparcimiento del haz lo hace la placa dispersora, la cual está colocada cerca del centro de curvatura **C** del espejo. La placa dispersora tiene simetría de inversión, lo que significa que cada punto A de la placa tiene un punto A' simétricamente localizado con respecto al punto central de la placa.

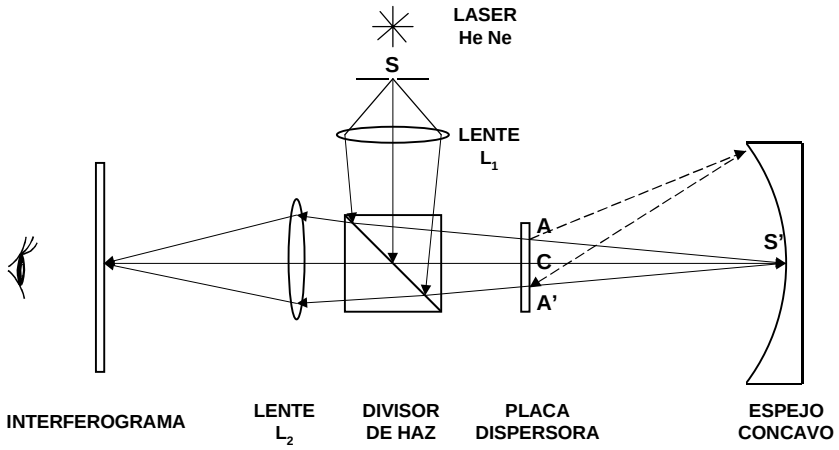

Fig. 1 Interferómetro de placa dispersora para la prueba de espejos cóncavos.

Una parte de la luz que incide en la placa dispersora pasa directamente a través de ella sin esparcirse y llega al punto S'. Como este haz incide solamente en una pequeña región del espejo alrededor del punto S', se considera que los defectos de la superficie del espejo no lo afectan. Este haz constituye el haz de referencia. Otra parte de la luz es esparcida por la placa dispersora e ilumina la superficie

completa (abertura) del espejo. Este haz contiene la información de los defectos de la superficie del espejo y constituye el haz de prueba. De esta manera se obtienen dos haces mutuamente coherentes que salen hacia la lente $\mathbf{L_2}$ situada a la izquierda de la placa dispersora. Esta lente hace converger los haces, observándose un patrón de interferencia de franjas circulares.

La tercera etapa consistió en colocar las placas dispersoras, binaria y de material fotopolimerizable dentro del arreglo interferométrico. Para la placa de dispersión binaria, se observó el patrón de interferencia mostrado en la figura 2 (a). Para la placa material fotopolimerizable, el mostrado en la figura 2 (b).

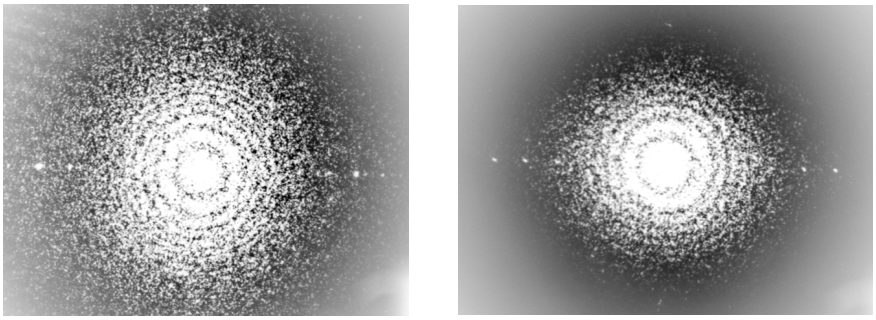

Fig. 2 Interferogramas de un espejo cóncavo formado por placas dispersoras de 3 mm x 3 mm. En (a) placa dispersora binaria, en (b) placa de material fotopolimerizable (Ebecryl 600).

Ambas placas dispersoras forman franjas similares. Pero, con la placa dispersora binaria se observa un mayor número de anillos. Sin embargo, el patrón de interferencia que produce la placa de material fotopolimerizable es más luminoso. En la placa binaria, alrededor de la mitad de la luz que la atraviesa se pierde debido a los pixeles oscuros que contiene (50%); en tanto que en la de material fotosensible, debido a su transparencia, la pérdida es menor.

La etapa de fabricación y evaluación de las placas dispersoras aún no está concluida, porque aún hay algunos aspectos sobre las cuales se desea tener un mejor control. Además, se pretende producir placas que reproduzcan fielmente mascarillas aún más pequeñas, en el material fotopolimerizable.

AGRADECIMIENTOS
Este trabajo está apoyado por el proyecto CONACYT 40172-Y.

BIBLIOGRAFIA

1. D. Malacara, Ed., “Common-Path Interferometers,” in *Optical Shop Testing* (John Wiley and Sons, New York, NY, 1978), Chapter 3, pp. 81-84.
2. M.Ornelas-Rodriguez, S. Calixto, Y. Sheng and C. Turck, “Thermal embossing of mid-infrared diffractive optical elements by use of a self-processing photopolymer master”, Applied. Optics, Vol. 41, 22, 2002, pp. 4590-4595.
3. M.B. North-Morris, J. VanDelden and J.C. Wyant, “Phase-shifting birefringent scatterplate interferometer”, Applied Optics, Vol. 41, 4, 2002, pp. 668-677.