

FILTRADO ESPACIAL CON CRISTALES BSO

S.I.Grosz*, J.Salcedo Pinzón#, N. Bolognini y L.M. Zerbino

Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp)

C.C. 124, 1900 La Plata

Se propone un método para operaciones de filtrado que utiliza un cristal fotorrefractivo en el plano de Fourier de un procesador 4-f. El cristal actúa como filtro al modificarse la birrefringencia inducida cuando se proyecta la imagen incoherente de una dada transparencia. En consecuencia se modifica el estado de polarización de la luz transmitida a través del cristal. Se realiza un filtrado selectivo al introducir una combinación de filtros y polarizadores. Se muestran resultados experi-

INTRODUCCION

El cristal fotorrefractivo BSO ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$) se utiliza en una gran variedad de aplicaciones, en particular, en procesamiento óptico donde el filtrado espacial en tiempo real es de especial interés [1-3]. Este cristal es ópticamente activo y deviene birrefringente en presencia de un campo eléctrico externo o fotoinducido. En este último caso, la birrefringencia inducida depende del valor del coeficiente de absorción $\alpha(\lambda)$ para cada longitud de onda de excitación.

En este trabajo se presenta un dispositivo óptico que permite realizar operaciones de filtrado espacial en tiempo real utilizando las propiedades fotorrefractivas del cristal BSO.

DESCRIPCION DEL METODO

El dispositivo experimental se muestra en la figura 1. La transparencia $T(x,y)$ a filtrar se coloca en un procesador 4-f y es iluminada por una onda plana monocromática de longitud de onda λ_R dada por un láser de HeNe. Se utiliza el cristal BSO en la configuración transversal. En el plano Π' se obtiene la transformada de Fourier de T , mientras que en plano de salida Π_0 la imagen de T . Por otro lado, en el plano Π_s se coloca una transparencia B iluminada por una fuente incoherente S_2 . La lente L_3 conjuga los planos Π_s y Π' y de esa forma la imagen de B se forma en el cristal. Un filtro verde, F_G , centrado en la longitud de onda λ_G y ancho de banda $\Delta\lambda$, se coloca delante de la fuente policromática S_2 que ilumina la transparencia

B a través de una lente condensadora L .

Sobre el el plano Π' del cristal se proyectan simultáneamente la transformada de Fourier de T en λ_R y la imagen de B en λ_G . Como el coeficiente de absorción óptica $\alpha(\lambda)$ es tal que $\alpha(\lambda_G) \gg \alpha(\lambda_R)$ el proceso fotorrefractivo para la longitud de onda λ_R es despreciable comparado con el proceso para la longitud de onda λ_G . Esto es, la iluminación λ_G inducirá birrefringencia que es leída con la iluminación λ_R [4].

Debido al proceso fotoconductor, la imagen de B con iluminación λ_G , $B(x,y; \lambda_G)$, crea un campo de cargas espaciales $E_{ce}(x,y)$ que modifica el campo total $E(x,y)$ en el cristal. La birrefringencia inducida es, debido al efecto electro-óptico, proporcional al campo eléctrico total.

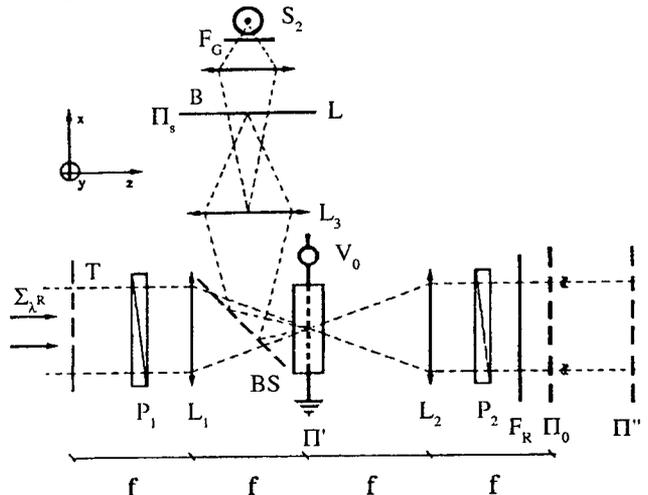


Fig.1. Esquema del dispositivo experimental. Σ_{λ_R} : onda plana monocromática de longitud de onda $\lambda_R=6328 \text{ \AA}$; T : transparencia objeto; P_1 y P_2 : polarizadores; BS : divisor de haz pellicle; Π' : plano del cristal BSO; L_1 y L_2 : lentes de distancia focal f ; F_R : filtro centrado en λ_R ; Π_0 : plano de salida; Π'' : plano conjugado de Π' por L_2 ; L_3 : lente formadora de imagen; Π_s : plano de la transparencia B ; L : lente condensadora; F_G : filtro centrado en $\lambda_G = 5200 \text{ \AA}$, $\Delta\lambda = 100 \text{ \AA}$; S_2 : fuente incoherente.

* Becario CONICET

Universidad Industrial Santander, Bucaramanga, Colombia.

Investigador CONICET - Profesor Fac. de Ingeniería, UNLP. Este trabajo fue realizado bajo la asistencia del PID N 3081400, CONICET.

Un cambio en la birrefringencia inducida en el cristal producida por la distribución de intensidad $B(x,y;\lambda_G)$ provee un cambio local del estado de polarización de la luz λ_R que emerge del cristal. Si se colocan dos polarizadores P_1 y P_2 como muestra la figura 1, los cambios locales de estados de polarización se traducen en variación de intensidad en el plano de salida. De esta forma es posible modificar las intensidades de las distintas frecuencias espaciales de T presentes en el plano Π' y así obtener en el plano Π_0 una imagen procesada de la transparencia T .

Los polarizadores P_1 y P_2 están orientados en extinción para V_0 nulo. Cuando $V_0 \neq 0$, y la iluminación λ_G está bloqueada, debido al efecto electro-óptico la birrefringencia inducida es uniforme y se observa la imagen λ_R en el plano Π_0 . Al formar la imagen de B en el plano Π' del cristal, se modifica la birrefringencia inducida, y algunas frecuencias espaciales serán atenuadas en la imagen procesada.

En nuestro caso la distribución de intensidad es

$$B(x,y;\lambda_G) = I_{\lambda_G} = \text{rect} [(x-x_0)/2b]$$

que representa una rendija paralela al eje y de ancho b centrada en $x = x_0$. Teniendo en cuenta esta geometría sencilla la distribución del campo total resulta

$$E(x,y) \begin{cases} 0 & |x - x_0| < b/2 \\ E_0 L / (L - B) & |x - x_0| > b/2 \end{cases} \quad (2)$$

donde L es el ancho del cristal y $V_0 = E_0 \cdot L$ es la diferencia de potencial aplicada.

En este caso el cristal resulta birrefringente en la zona $|x - x_0| > b/2$. Las frecuencias espaciales que atraviesen el cristal en esa zona emergerán elípticamente polarizadas; mientras que aquellas que lo atraviesen en la zona $|x - x_0| < b/2$ emergerán en general linealmente polarizadas y serán bloqueadas por el polarizador P_2 . Si se modifica $B(x,y;\lambda_G)$, es posible atenuar selectivamente distintas regiones de la transformada de Fourier de T en λ_R . De esta forma es posible implementar un filtrado dinámico en tiempo real.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se muestran los resultados para el filtrado de frecuencias espaciales para dos objetos bidimensionales. En ambos casos en la distribución de inten-

sidades $B(x,y;\lambda_G)$, se tomó $x_0 = 0$ y $b = 0.1$ cm. El orden cero y todos los órdenes en el eje y son filtrados. Utilizamos un cristal de ancho $L=1$ cm y espesor $d=0.3$ cm. La diferencia de potencial eléctrico aplicada era $V_0 = 6$ kV. En la figura 2a se muestran los objetos como se observan en el plano de salida al aplicar el campo eléctrico externo pero sin filtrar (o sea S_2 apagada). La figura 2b muestra las respectivas imágenes filtradas a la salida del procesador.

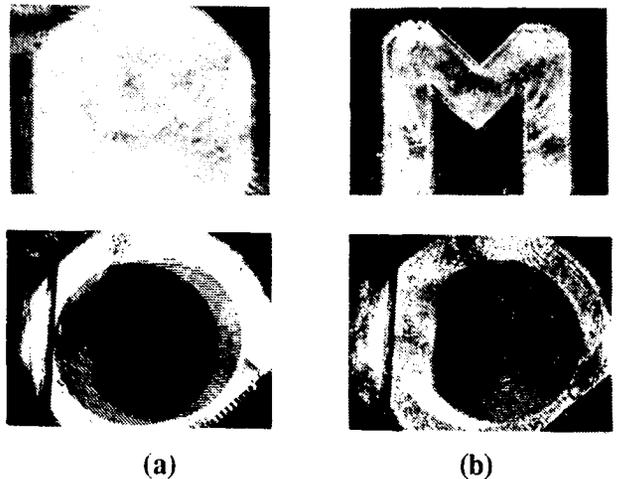


Fig. 2a.) Imágenes sin filtrar del objeto obtenidas en el plano de salida, 2b) Imágenes filtradas obtenidas en el plano de salida.

CONCLUSIONES

Se ha propuesto un nuevo dispositivo que emplea cristales fotorrefractivos para el filtrado de frecuencias espaciales. El proceso se realiza en tiempo real proyectando con iluminación incoherente diferentes transparencias (filtros) en el cristal. Una simple manipulación de las transparencias proyectadas (reemplazo de distintos filtros o rotación o traslación de un mismo filtro) permite una variedad de operaciones de filtrado.

REFERENCIAS

1. J. P Hignard P. Günter in: Photorefractive Materials and their applications II, P. Günter and J.P. Huignard (Eds.) Spriger-Verlag, Berlin, (1989) 205.
2. E. Ochoa, J. W. Goodman, L. Hesselink, Opt. Lett. 10 (1985) 430.
3. N. A. Vainos, R. W. Eason, Optics Comm. 59 (1986) 167.
4. L. Pichon and J. P. Huignard, Optics Comm. 36 (1981) 277.