

El procesamiento con *Pyrochrome* produce resultados controlados por color con materiales de haluro de plata

Artículo escrito por:
Walter Spierings
Universidad tecnológica
Fundación Ideecentrum
Findhoven, Países Bajos

Resumen

Un sistema de procesamiento fotográfico muy conocido produce resultados luminosos, de bajo ruido y controlados por color para los hologramas de haluro de plata.

Introducción

Este proceso ya ha sido publicado varias veces con anterioridad. En 1970, la empresa Eastman Kodak, hizo públicos unos datos que describían dicho proceso [1]. El que los publicó conoció su existencia a través de R. van Renesse y con él se discutió la siguiente adaptación para la holografía de reflexión controlada por color.

Hemos denominado esta adaptación "Pyrochrome" (nombre que proviene de los agentes reveladores y blanqueadores, pirogallo y bicromato potásico, utilizados en el proceso). Consideramos que este antiguo proceso es interesante por:

- La elevada eficiencia de difracción al ser utilizado con emulsiones AGFA-Gaevaert 8E75HD.
- El bajo nivel de ruido.
- El control de colores, desde el rojo, pasando por el naranja y el amarillo, hasta el verde, en los hologramas de reflexión que son expuestos con luz roja añadiendo un agente al revelador.
- Su idoneidad para los hologramas de transmisión y de reflexión.
- La naturaleza no crítica del proceso.
- La posibilidad de realizar hologramas de exposición doble que no experimentan pérdida de luminosidad apreciable.

Algunos observadores consideran que los resultados son comparables a algunos de los hologramas realizados recientemente por N.J. Philips. La popularidad del procesamiento con pyrochrome aumenta rápidamente en Europa. El hecho de que sea un proceso no crítico lo hace útil, tanto para las aplicaciones científicas como

para las no científicas, especialmente para los artistas, los estudiantes, los estudios de arte, etc.

El procesamiento con pyrochrome se emplea actualmente en:

- Servicios físico-técnicos, Delft, Países Bajos, (R. van Renesse).
- El taller de holografía en la Escuela de Arte Goldsmiths (Peter Cresswell, Michael Wenyon, Bill Molteni).
- Universidad de Ghen, Bélgica (M. De Caluwe).
- Laboratorios físicos, Phillips, N.V.Eindhoven.
- Universidad Tecnológica, Eindhoven (el lugar de residencia del autor).

Revelado

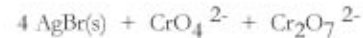
El revelador es una solución directa de pirogallo de una fuerte naturaleza de pigmentación. Pirogallo reacciona inmediatamente con el oxígeno del aire en una solución alcalina [2], y es difícil protegerlo para que no actúe de esta forma. Por esta razón, el carbonato sódico se añade justo antes de usarlo. Una vez mezclado, se puede utilizar el revelador durante 10 minutos. La solución se vuelve marrón mientras se está utilizando debido a los productos de reacción del pirogallo. Puesto que no tiene lugar un revelado físico, el tiempo de revelado no es de importancia fundamental y puede oscilar entre 2 y 6 minutos.

Blanqueo

El blanqueo es el muy conocido blanqueo inverso de bicromato, que deja el bromuro de plata no expuesto en la gelatina para formar la imagen. Blanqueando y eliminando así el bromuro de plata se podría pensar que la información desaparece. Para comprender esto es conveniente comparar el vacío que se forma al blanquear un grano de plata con el de una burbuja de aire que se forma en el cristal. La burbuja viene definida por el material que la rodea. Lo que se necesita en holografía es una diferencia en la polarización eléctrica de las moléculas que rodean un emplazamiento de grano [3]. No es necesario un grano físico. La duración del proceso de blanqueo es de unos 2 minutos. Si se emplean tiempos mayores se producirá un error. Parte del bromuro de plata no expuesto se disolverá debido a un efecto de ión común con el bicromato y el cromato, que tampoco se han

disuelto [4].

Es decir,



Pasados 2 minutos, el 5% del AgBr no expuesto se ha disuelto; pasados 4 minutos lo hace el 10% y a los 8 minutos el 20%. Las moléculas de bromuro de plata no expuesto ayudan a formar la imagen en el blanqueo inverso y, por esta razón, no le interesa perder muchas de estas moléculas. Si regenera el blanqueador de forma regular o utiliza otro tipo de blanqueo inverso puede evitar este problema. Lávelo durante 3 minutos.

Control de contracción *

En holografía, es importante controlar la contracción de la gelatina, especialmente en la holografía de reflexión, ya que determina el color de la imagen.

Los hologramas que se revelan sin utilizar sulfito de sodio en el revelador serán rojos si se graban con una luz láser roja. El holograma se vuelve rojo debido a un efecto de pigmentación del agente de pirogallo conjugado. Este agente colorea la gelatina que rodea al reducido grano de bromuro de plata [5]. (La pigmentación es una reticulación de moléculas de gelatina). Por consiguiente, se forma una película de una gelatina relativamente rígida alrededor de cada grano.

El blanqueador disuelve la plata fuera de esta película dejando un vacío. El vacío no encoge, ya que su entorno está pigmentado, por lo que la gelatina mantiene su grosor original y no se produce ningún cambio en la longitud de onda.

Para producir hologramas que se reconstruyan en verde, añada un componente que frene la pigmentación y, de esta forma, la gelatina se descompondrá. Joly descubrió que añadir sulfito al revelador ralentizaba el efecto de pigmentación [6]. El pirogallo conjugado reacciona más rápido con el sulfito, por lo que deja de colorar la gelatina. El vacío se descompondrá, por lo que la emulsión encogerá y la imagen resultará ser verde para los hologramas de reflexión que se graben en rojo.

Se pueden obtener colores entre rojo y verde añadiendo un cantidad menor de sulfito (una sugerencia para comenzar es utilizar 25 gr. de sulfito de sodio anhidro para los hologramas verdes y probar con cantidades menores para los amarillos y naranjas).

Merece la pena observar que al añadir más sulfito,

*En la actualidad existen mejores formas de hacer esto.

(no se ha confirmado la presencia de "vacíos")

se disuelve una cantidad mayor de bromuro de plata no expuesto (aumenta el revelado físico de la solución) y, en este caso, se recomienda un tiempo de revelado de 2 minutos.

Otros dos factores que influyen en el color son: La dureza de la gelatina, que puede variar de una serie de emulsión a otra y a la que también afecta el tamaño de la placa. Las emulsiones más blandas se descompondrán de forma más inmediata.

Humedad relativa. La gelatina es conocida por su capacidad para absorber el agua [7]. La cantidad absorbida depende, principalmente, de la cantidad de humedad del aire (Figura 1). El hinchamiento se produce a medida que la gelatina absorbe el agua. En esta condición de hinchazón es cuando se graba en holograma. Si posteriormente se observa el holograma en un medio de mayor o menor humedad relativa a la del medio en el que se realizó, se puede dar un hinchamiento o una reducción (la humedad relativa media que se da en la mayoría de las casas o en las oficinas es del 50-60%). Como resultado, el holograma puede reconstruirse en un color diferente al esperado. (Véase la tabla I).

Por ejemplo, para conseguir el color naranja, si ya tiene el verde, la cantidad de sulfito debería ser menor.

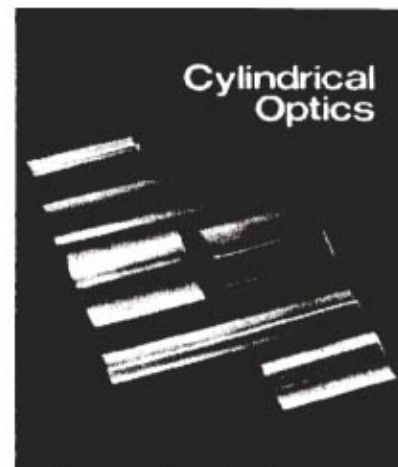
Material de grabación

Con las emulsiones AGFA-Gaevaert 8E75HD se obtuvieron buenos resultados. La figura 2 muestra que, especialmente para frecuencias espaciales

revelador con un contenido menor de sulfito se experimenta una reducción menor, o incluso nula, y que el relieve de la superficie es pequeño. Sin embargo, cuando se vean los hologramas verdes se observará una dispersión debido a que la gelatina ha encogido. Esta dispersión se puede minimizar por medio de un acoplamiento de índice. Una forma apropiada de hacerlo es utilizar pulverizadores de plástico. Se ha descubierto que el pulverizador de "plástico 70" funciona bien [11]. Este pulverizador se puede encontrar en almacenes electrónicos y se utiliza como aislante. Asimismo, pulverice con pintura negra la superficie del holograma de reflexión que mira hacia el lado opuesto del observador. Cuando este lado es el de la emulsión, tenga cuidado porque las pinturas en spray con una base acrílica pueden experimentar una reacción al pulverizador de plástico. Se recomienda el uso de pinturas en pulverizador de secado lento con las pinturas de secado rápido de pulverizador de plástico cuando se emplean por separado.

Tiempo de exposición

El tiempo de exposición no es fundamental. Se llevaron a cabo pruebas con exposiciones de 10, 20, 40 y 80 segundos con la misma placa que mostraron una diferencia menor en la eficiencia de difracción sobre este rango. Esto, combinado con el hecho de que el tiempo de revelado puede multiplicarse por dos sin ningún problema, hace que pyrochrome sea un proceso muy fácil de utilizar. Los hologramas de doble exposición son unos de los beneficiarios de esta combinación. Se



Para más información, escribir a la siguiente dirección: Melles Griot, 1770 Kettering St., Irvine, CA 92714.

obtienen muy buenos resultados con los hologramas de reflexión. Me remito al trabajo de Peter Crosswell, director de la Escuela de arte Goldsmiths de Londres.

Detalles del proceso

1. Revelador: solución A – pirogallo 10 gr./l. solución B; carbonato sódico anhidro 60 gr./l. Mezclar partes iguales de la solución A y B antes de usar. Revelar a una densidad de 2,5.
2. Opcional: para el color en los hologramas de reflexión grabados con luz láser roja, añadir sulfito de sodio en la solución A.
3. Lavar durante 3 minutos.
4. Blanqueo inverso: bicromato potásico 4 gr./l. ácido sulfúrico (conc.) 4 ml./l.
5. Blanquear hasta que quede transparente y añadir 15 segundos, hasta un "máximo" de 2 minutos.
6. Lavar durante 3 minutos.
7. Lavar en Photo Flo durante 2 minutos.
8. Secar: colocar la palca sobre el borde para secar en papel secante.

Humedad relativa	40%		60%		90%	
	si	no	si	no	si	no
Sulfito						
Color	naranja	rojo	verde	rojo	verde	verde ?

altas, la eficiencia obtenida con 8E75HD (tamaño de grano de 35 nm.) es cuatro veces superior que la obtenida con 8E75 (tamaño de grano de 50 nm.). Las frecuencias espaciales superiores son fundamentales en la holografía de reflexión, en la que se requiere una solución común de 4.000 y 6.000 ciclos/mm. [7, 8]. Una desventaja podría ser que se requiere un tiempo de exposición más prolongado para realizar la grabación. La exposición podría ser dos o tres veces más prolongada que la de 8E75, dependiendo de la serie.

Ruido

El ruido se produce por dos causas principales: la dispersión de los granos y la reticulación de la superficie de la emulsión [9, 10].

La dispersión de los granos es baja porque los granos originales forman la imagen. Dado que el procesamiento pyrochrome emplea un revelado químico, no hay implicados efectos de crecimiento de cristales. Dado que la dispersión de los granos es más baja en el caso de los granos pequeños, de nuevo es conveniente la utilización de emulsiones de grano fino.

La dispersión de la superficie se observa cuando encoge la gelatina. Joly descubrió que en el

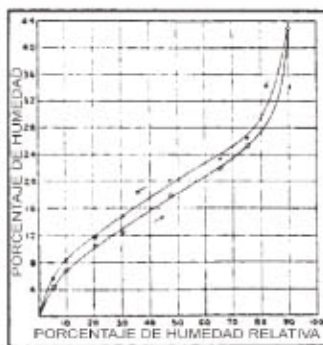


Figura 1. Relación entre la humedad absorbida por la gelatina seca y la humedad relativa [7].

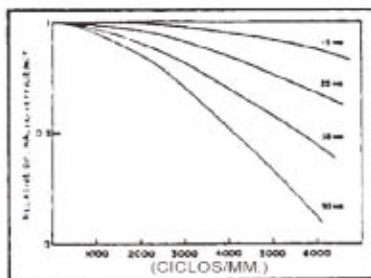


Figura 2. Eficiencia de difracción calculada versus frecuencias espaciales para los diferentes tamaños de grano [5].

Referencias

1. Lanzamiento de los datos de Kodak (1970).
2. Beyer, H., Organic Chemistry, Verlag H., Alemania (1963), pág. 400.
3. Van Renesse, Proceedings SPSE 24, 1980.
4. Buschmann, H.T., Optik 34 245, (1971).
5. Joly, L. y Vanhorebeek, R., Proceedings SPSE 24: 111 (1980).
6. Joly, L. y Vanhorebeek, R., Proceedings SPSE 24, págs. 109 y 111 (1980).
7. Mees, C.E., The Theory of the Photographic Process, McMillan (1954), págs. 70-71.
8. Collier, R.J., Burchhardt, C.B. y Lin, L.H., Optical Holography, Academic Press, (1971), págs. 270-271.
9. Van Renesse, R.L., Proceedings, SPSE 24, 1980.
10. Joly, L. y Vanhorebeek, R., Proceedings SPSE 24: 111 (1980).
11. Buschmann, H.T., Optics Commun. 6, págs. 290-294, (1972).