

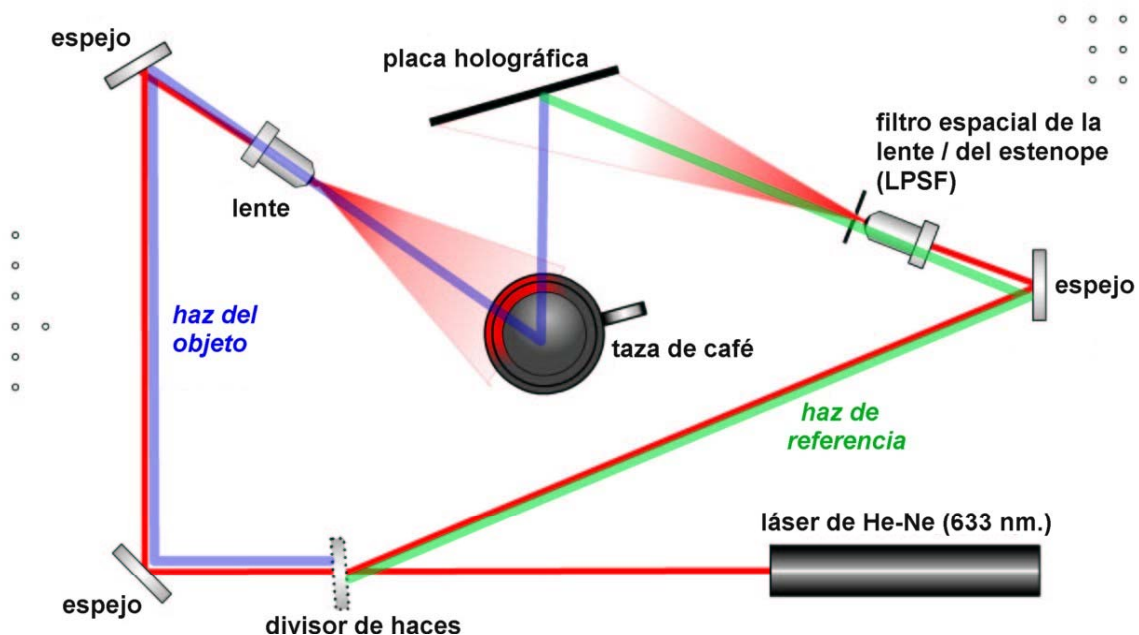
MAS450 Práctica 0: demostración del holograma de la taza de café

Introducción

La demostración del holograma de la taza de café está diseñada para mostrar a los nuevos estudiantes del curso MAS450 un montaje holográfico básico, aunque muy extendido, y su funcionamiento. El proceso de exposición holográfica muestra una placa holográfica que hay que iluminar desde dos fuentes: una fuente que contiene información (en este caso, una reflexión de la taza de café) y una fuente de referencia sin información (un haz de luz divergente que brilla en la placa). En la emulsión fotosensible de la placa se forma un patrón de interferencia muy fino. El proceso químico de revelado realza este patrón y hace que la placa se vuelva relativamente insensible a más exposición.

En el holograma, este "patrón de franja" parece no tener ningún significado a simple vista. Sin embargo, tiene la propiedad de recrear el frente de onda del haz del objeto cuando lo ilumina un haz de luz que proviene de la misma dirección que el haz de referencia. Cuando un observador mira el holograma iluminado, ve el frente de onda y lo interpreta como si fuese una luz que proviene del objeto original. A diferencia de en el caso de la fotografía, el holograma preserva la tridimensionalidad del objeto original.

En esta demostración se dan muchos conceptos que discutiremos a lo largo del curso. Antes de finalizar la parte de prácticas del curso MAS450, será capaz de construir un montaje de exposición como éste, ponerlo a punto para el tipo de imagen en particular que esté realizando, explicar el porqué de la naturaleza de su construcción, predecir sus características ópticas y utilizarlo para realizar imágenes que esperamos le impresionen tanto a usted como a sus compañeros.



Montaje experimental

En la imagen anterior se muestra el montaje óptico utilizado para exponer un holograma. La luz proveniente de una fuente de luz coherente, un láser de Helio-Neón que emite luz a 633 nm., se separa en dos haces por medio de un divisor de haces. El divisor de haces que se muestra aquí no es más que un trozo grueso de cristal. El rayo débil que se refleja contra su superficie frontal se denomina haz de referencia. Este haz rebota contra un espejo pequeño y, a continuación, el objetivo de un microscopio hace que se diverja para cubrir la placa holográfica. Para “limpiar” el espejo de imperfecciones de poca importancia, se utiliza un dispositivo óptico llamado estenope, que está ubicado inmediatamente después del objetivo.

El rayo más fuerte que pasa a través del cristal del divisor de haces rebota contra dos cristales, se diverge por medio de otro objetivo y se utiliza para iluminar el objeto de demostración, que es la taza de café. La luz proveniente de la taza de café se dispersa en todas direcciones. Parte de esta luz se dirige hacia la placa holográfica, donde forma una intersección con la luz del haz de referencia. Debido a las propiedades de la luz coherente, se forma un patrón de interferencia en la placa. Ésta es una placa Agfa del tipo 8E75. Aprenderá mucho más acerca de las placas holográficas en clase.

Puesto que el patrón de interferencia en la emulsión es extremadamente fino (superior a 1000 líneas/mm), la exposición holográfica es bastante sensible a la vibración u otra acción física que pudiese causar cualquier cambio, por pequeño que sea, en la longitud de la trayectoria óptica de cualquiera de los haces expuestos. Por esta razón, los componentes ópticos utilizados en este experimento están sujetos de forma magnética a una tabla óptica flotante especial. Esta tabla está especialmente diseñada para minimizar la vibración. En algunas de las primeras prácticas que se realicen en clase se investigará el efecto de la vibración.

Exposición

El proceso de exposición requiere que algunos de los haces brillen sobre la placa durante un cierto tiempo para que un número suficiente de fotones pueda exponer la emulsión altamente insensible de la placa holográfica. En un proceso anterior a la clase, la cantidad de luz proveniente de dos haces se midió utilizando un luminómetro y se empleó este valor de intensidad para calcular el tiempo de exposición del holograma. Se apagaron las luces de la sala, se montó una placa holográfica sobre el soporte de placa, se dejó que la tabla óptica se “asentase” y, finalmente, se realizó la exposición holográfica.

Procesamiento

La placa holográfica se procesó utilizando sustancias químicas muy similares a las empleadas en la fotografía en blanco y negro. Un **revelador** transforma los granos expuestos de haluro de plata en la emulsión holográfica en granos de plata. Estos granos de plata diminutos tienen la apariencia de ser de color negro. Después de estar aproximadamente cuatro minutos en el revelador, se pasa la placa a un baño de ácido llamado **baño de paro**, que neutraliza cualquier resto de revelador en la emulsión. Posteriormente, se utiliza otro baño químico conocido como **fijador**, que se emplea para inutilizar todo el material fotosensible restante en la emulsión hidrosoluble. A continuación, se lava la placa en agua durante unos minutos.

La última sustancia química importante en el proceso de revelado se denomina **blanqueador**. El proceso de blanqueado transforma de nuevo la plata que todavía queda en la emulsión en haluro de plata, que es fundamentalmente transparente. Bajo una luz ambiente normal, la placa parece transparente (o quizás un poco sucia). Después del proceso de blanqueado, se vuelve a lavar la placa en agua y, posteriormente, se seca.

Observación

Para la observación en clase, se ha vuelto a montar el holograma previamente expuesto y revelado en el soporte de placa en una posición muy cercana a aquella en la que fue expuesto. El haz de referencia original se utiliza para iluminar la placa. Esta fuente de iluminación se difracta en muchas direcciones diferentes y un subconjunto de éstas reconstruye el frente de onda del objeto original. Puede observar y comparar el objeto original con su imitación holográfica.

No dude en preguntar cualquier duda que le surja durante la observación.

El siguiente paso

En la primera práctica, que se llevará a cabo durante la tercera semana de clase, se utilizará exactamente el mismo montaje holográfico para iniciarle en la exposición holográfica y en el revelado fotoquímico. Aproximadamente en la quinta práctica, tendrá el conocimiento y la competencia en la prácticas suficiente para construir este montaje desde cero, realizar imágenes con él y analizar sus propiedades ópticas. Probablemente, las variaciones de este montaje sean las más utilizadas en el campo de la holografía, por lo tanto, pronto se habituará a verlo.