

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 698 386**

51 Int. Cl.:

H04N 13/00 (2008.01)

G02B 27/22 (2008.01)

G02B 5/28 (2006.01)

G02B 26/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2008 E 10188344 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2280552**

54 Título: **Sistema para proyecciones y visualización de imágenes 3D**

30 Prioridad:

09.05.2007 US 801574

18.05.2007 US 804602

21.05.2007 US 931320 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.02.2019

73 Titular/es:

DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION (100.0%)

**1275 Market Street
San Francisco, CA 94103, US**

72 Inventor/es:

**RICHARDS, MARTIN JOHN;
ALLEN, WILSON HEATON y
GOMES, GARY D.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 698 386 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema para proyecciones y visualización de imágenes 3D.

Notificación de derechos de autor

5 Una parte de la descripción del presente documento de patente contiene material que se encuentra sujeto a la protección de derechos de autor. El titular de los derechos de autor no tiene objeción alguna con respecto a la reproducción por facsímil por cualquier persona del documento de patente o descripción de patente, como aparece en el archivo o registros de patente de la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales, sin embargo, se reserva todos los derechos de autor.

Campo técnico

10 La presente invención se refiere a sistemas de visualización y productos para proyectar y visualizar imágenes tridimensionales (3D) espectralmente separadas. La invención también se refiere a sistemas de visualización usados en un Cine Digital (*D-Cinema*) y mejora los métodos actuales para proyectar y visualizar una película estereoscópica 3D.

Antecedentes de la técnica

15 Los métodos para la proyección estereoscópica 3D incluyen Anaglifo, Polarización Lineal, Polarización Circular, Gafas de Obturador y Separación Espectral. El anaglifo es la tecnología más antigua y provee separación de ojos izquierdo/derecho mediante el filtrado de la luz a través de un filtro de dos colores, comúnmente rojo para un ojo y cian para el otro ojo. En el proyector, la imagen del ojo izquierdo se filtra (comúnmente) a través de un filtro rojo y la imagen derecha se filtra a través de un filtro cian. Las gafas incluyen, por ejemplo, un filtro rojo para el ojo izquierdo y un filtro cian para el ojo derecho. El presente método funciona mejor para imágenes originales en blanco y negro y no es apropiado para imágenes en color.

20 La Polarización Lineal 3D provee una separación en el proyector mediante el filtrado del ojo izquierdo a través de un polarizador lineal (comúnmente) orientado de forma vertical y el filtrado de la imagen del ojo derecho a través de un polarizador lineal orientado de forma horizontal. Las gafas incluyen un polarizador lineal verticalmente orientado para el ojo izquierdo y un polarizador horizontalmente orientado para el ojo derecho. La pantalla de proyección debe ser del tipo de preservación de la polarización, a la que comúnmente se hace referencia como una "pantalla plateada" debido a su color distintivo. La Polarización Lineal permite que una imagen a todo color se muestre con poca distorsión del color. Esta tiene varios problemas que incluyen la necesidad de una pantalla plateada que es costosa, frágil y no uniforme. Otro problema es que el espectador debe mantener su cabeza orientada de forma vertical para evitar la diafonía de un ojo a otro.

25 La Polarización Circular 3D se ha inventado para abordar el problema del requisito de que el espectador mantenga su cabeza orientada de forma vertical. La Polarización Circular provee la separación en el proyector mediante el filtrado de la imagen del ojo izquierdo a través de un polarizador circular con orientación (comúnmente) izquierda y el filtrado de imagen del derecho a través de un polarizador circular con orientación derecha. Las gafas incluyen un polarizador circular con orientación izquierda para el ojo izquierdo y un polarizador circular con orientación derecha para el ojo derecho. También se necesita una pantalla plateada para el presente enfoque.

30 Las Gafas de Obturador proveen una separación mediante la multiplexación de las imágenes izquierda y derecha a tiempo. No se requiere un filtro para la separación en el proyector. Las gafas incluyen Gafas de Obturador. Estas son gafas activas que cierran electrónicamente la lente en sincronía con la frecuencia de imagen del proyector. La imagen del ojo izquierdo se visualiza primero, seguida de la imagen del ojo derecho, etc. Dado que tener una conexión cableada directa a las Gafas en un teatro no es práctico, un método inalámbrico o de señalización infrarroja se usa para proveer una referencia de tiempo para el cierre del ojo izquierdo/derecho. El presente método requiere un transmisor IR o RF en el auditorio. Las Gafas de Obturador son costosas y difíciles de limpiar, requieren baterías que deben reemplazarse con frecuencia y son encuentran limitadas en su frecuencia de cambio. Las gafas de obturador solo son prácticas para su uso con sistemas de Cine Digital u otros sistemas de proyección electrónicos dado que muy pocos proyectores de película proveen la señal requerida para sincronizar las gafas de obturador con la frecuencia de imagen. El método no requiere una pantalla plateada.

35 La Separación Espectral provee una separación en el proyector mediante el filtrado del ojo izquierdo y derecho de manera espectral. El sistema difiere del anaglifo en que los filtros para el ojo izquierdo y derecho pasan, cada uno, una porción del espectro rojo, verde y azul y, de esta manera, provee una imagen a todo color. El espectro de paso de banda del filtro del ojo izquierdo es complementario al espectro de paso de banda del filtro del ojo derecho. Las gafas incluyen filtros con las mismas características espectrales generales que las usadas en el proyector. Mientras el presente método provee una imagen a todo color, requiere compensación de color para hacer que los colores en el ojo izquierdo y derecho concuerden con los colores que estaban presentes en la imagen original y hay una pequeña reducción en la gama de colores en comparación con la gama del proyector.

5 Todos los métodos de más arriba para proveer la separación del ojo izquierdo/derecho para una presentación Estereoscópica 3D pueden usarse con dos proyectores (uno para el ojo izquierdo y uno para el ojo derecho) o pueden usarse con un sistema de proyector de Cine Digital único. En el sistema de proyección dual, el filtro de proyección es usualmente estático y se ubica enfrente de la lente de proyección. En un sistema de proyector de Cine Digital único, las imágenes izquierda y derecha se multiplexan en el tiempo. Excepto por el caso de las Gafas de Obturador donde no se requieren filtros de proyección, ello significa que los filtros de proyección deben cambiar en la frecuencia de multiplexación I/D. Ello puede llevarse a cabo con una rueda de filtros en el proyector sincronizada con la frecuencia de multiplexación, o con un filtro electrónicamente conmutado.

10 El documento WO 2005/039192 A1 describe un sistema de proyección estereoscópico que usa filtros eliminadores de banda en lugar de filtros de paso de banda.

15 El documento US 2005/036119 A1 describe un sistema óptico para su uso en visualizaciones basadas en proyección que incluye múltiples fuentes luminosas de estado sólido asociadas a múltiples emisores hiperbólicos compuestos basados en el reflejo interno total, un dispositivo basado en filtro dicróico graduado para homogeneizar la luz producida desde las múltiples fuentes luminosas de estado sólido, un dispositivo de cristal líquido sobre silicio ferroeléctrico para la iluminación con luz producida desde la variedad de fuentes luminosas de estado sólido y un difusor de polarización para la homogeneización de luz en el dispositivo de cristal líquido sobre silicio ferroeléctrico.

20 El documento WO 98/49837 A1 describe un sistema de proyección de imágenes que se prevé para la proyección de imágenes en entornos luminosos. Una luz de proyector tiene un número de picos de espectro en el rango de longitud de onda visible y las gafas que se usan tienen picos de espectro correspondientes muy estrechos. La presente disposición bloquea la luz ambiente una longitud de onda fuera de los picos de espectro.

Descripción de la invención

La invención se define por las reivindicaciones independientes, tomando debida cuenta de cualquier elemento que sea equivalente a un elemento especificado en las reivindicaciones. Las reivindicaciones dependientes se refieren a características opcionales de algunas realizaciones de la invención.

25 Los presentes inventores han advertido la necesidad de mejoras en los dispositivos y sistemas de visualización espectralmente separada. La invención provee varias técnicas para eliminar y compensar el desplazamiento hacia el azul que ocurre cuando se visualizan imágenes a través de filtros en ángulos fuera de eje (diferentes de los normales). El desplazamiento hacia el azul no es deseable porque puede resultar en una diafonía entre imágenes izquierda y derecha en una presentación de imágenes 3D.

30 Los presentes inventores también han advertido la necesidad de mejoras en filtros de separación espectral y, en particular, aquellos usados en aplicaciones de Cine Digital 3D. Un problema advertido es que los sistemas de proyección 3D típicos tienen baja eficacia de luminancia en que los espacios de color, gama de colores y brillo eficaz no son adecuados. Otro problema advertido es que el desequilibrio entre los niveles de luminancia en los canales de proyecciones 3D reduce la eficacia de la luminosidad. Por consiguiente, según se describe en mayor detalle más abajo, ejemplos que son útiles para comprender la presente invención también proveen técnicas para aumentar el espacio de color y la eficacia de la luminosidad de imágenes proyectadas que pueden usarse solas o en combinación con técnicas de compensación de desplazamiento hacia el azul según la presente invención.

40 En un ejemplo útil para comprender la presente invención, una o más técnicas para aumentar el espacio de color de imágenes espectralmente separadas pueden combinarse con una o más técnicas para compensar el desplazamiento hacia el azul que ocurre cuando se visualizan imágenes espectralmente separadas a través de filtros en ángulos diferentes de los normales. Las técnicas individuales se describen además en la presente memoria. Cuando se utilizan juntos, un sistema que comprende un dispositivo de proyección 3D que usa filtros de proyección asimétricos puede combinarse con gafas de visualización según la presente invención que comprende lentes con filtros espectralmente complementarios.

45 En una descripción general, en una realización de la presente invención, se provee un par de filtros de separación espectral 3D (filtros de ojo), dispuestos en lentes izquierda y derecha de un par de gafas de visualización, los filtros de ojo comprendiendo una combinación de bandas de guarda aumentadas (y proporcionales a la longitud de onda) y lentes adecuadamente curvadas para reducir la diafonía, el desplazamiento de color y la reflectancia en el borde del campo de visión. Un filtro de color desplazado hacia el azul en un proyector que proyecta imágenes para la visualización a través de las gafas puede también utilizarse. Aunque la presente invención abarca una combinación de mejoras a las gafas de visualización, la invención puede practicarse con menos que todas las mejoras en combinación.

50 En una realización de la presente invención, los filtros de visualización se proveen y comprenden un sustrato no plano y filtros espectralmente complementarios.

55 En una realización de la presente invención, se proveen gafas de visualización de separación espectral, que comprenden una primera lente que tiene un primer filtro espectral y una segunda lente que tiene un segundo filtro espectral espectralmente complementario al primer filtro espectral, en donde la primera lente y la segunda lente se

curvan, cada una, para reducir el desplazamiento de longitud de onda que ocurre cuando se visualiza una imagen en un ángulo diferente de un ángulo normal hacia un filtro a través del cual la imagen se visualiza. Una cantidad de curvatura de las lentes (y, por lo tanto, los filtros) se calcula de modo que los ángulos de visualización a lo largo de una pantalla de visualización son más cercanos a los ángulos normales a través de las lentes. La curvatura se implementa, por ejemplo, como una curva esférica.

En otra realización de la presente invención, se proveen gafas de visualización de separación espectral que comprenden una primera lente que comprende un primer filtro espectral y una segunda lente que comprende un segundo filtro espectral espectralmente complementario al primer filtro espectral, en donde el primer filtro espectral y el segundo filtro espectral tienen al menos una banda de guarda entre porciones adyacentes del espectro de los filtros espectrales. La banda de guarda tiene un ancho de banda suficiente para eliminar la diafonía de imágenes espectralmente separadas visualizadas a través de las gafas y, por ejemplo, se calcula según una cantidad de desplazamiento de longitud de onda que ocurre cuando se visualizan porciones de las imágenes espectralmente separadas en un ángulo a través de los filtros.

En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema de visualización de separación espectral que comprende gafas de visualización según la presente invención y un sistema de proyección configurado para proyectar una primera y una segunda imágenes espectralmente separadas en donde las imágenes tienen la longitud de onda predesplazada para compensar desplazamientos de longitud de onda que ocurren durante la visualización de las imágenes. Dichos sistemas se implementan, preferiblemente, en un cine comercial, pero son también aplicables a televisores de pantalla grande, ordenadores, sistemas de realidad virtual y otros dispositivos de visualización.

En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un método que comprende las etapas de proyectar la primera y segunda imágenes espectralmente separadas en una pantalla de visualización, visualizar las imágenes proyectadas a través de un par de gafas que tienen una primera lente que tiene un primer filtro espectral que concuerda con la primera imagen espectralmente separada y una segunda lente que tiene un segundo filtro espectral que concuerda con la segunda imagen espectralmente separada, en donde los filtros espectrales se configuran para tener una cantidad variable de efecto de desplazamiento de longitud de onda según un ángulo de visualización a través de la lente.

En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema de visualización 3D que comprende medios para proyectar imágenes espectralmente separadas, medios, según la presente invención, para visualizar las imágenes espectralmente separadas a través de diferentes canales oculares, y medios, según la presente invención, para compensar desplazamientos de longitud de onda que ocurren debido a ángulos de visualización con respecto a porciones de las imágenes. Los medios de compensación pueden incluir, por ejemplo, medios para ajustar una cantidad de filtrado espectral llevado a cabo en diferentes porciones de la imagen según el ángulo de visualización. Los medios de compensación incluyen, por ejemplo, medios para producir una discordancia de longitud de onda entre filtros de proyector y filtros de ojo que compensa una cantidad de desplazamiento de longitud de onda que ocurre en los filtros de ojo debido al ángulo de visualización.

En una realización de la presente invención, se proveen gafas con forma que comprenden un par de filtros espectralmente complementarios dispuestos en las lentes de las gafas. Las lentes pueden ser curvilíneas. Los filtros espectralmente complementarios pueden incluir bandas de guarda entre espectros adyacentes de los filtros espectralmente complementarios. En una realización, el grosor de las capas dieléctricas de los filtros espectralmente complementarios aumenta hacia los bordes de las lentes.

En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un método que comprende las etapas de distribuir gafas con forma a espectadores de la audiencia y proyectar una primera y una segunda imágenes espectralmente complementarias en una pantalla de visualización dentro de la visión de los miembros de la audiencia, en donde las gafas con forma comprenden una primera y segunda lentes formadas que tienen un primer y segundo filtros espectralmente complementarios respectivamente allí dispuestos. En una realización, el primer y segundo filtros espectralmente complementarios corresponden, respectivamente, en ancho de banda, a la primera y segunda imágenes espectralmente complementarias proyectadas. Sin embargo, no se requiere necesariamente que los filtros se correspondan exactamente con las imágenes proyectadas de los filtros. Las gafas con forma comprenden, por ejemplo, lentes con forma esférica.

En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un medio de almacenamiento que tiene al menos un rendimiento visual allí almacenado que, cuando se carga en un reproductor de medios acoplado a un dispositivo de visualización, hace que el reproductor de medios transmita el rendimiento visual para la visualización al dispositivo de visualización; en donde el rendimiento visual según se visualiza en el dispositivo de visualización se configura para la visualización a través de un par de gafas con forma según la presente invención. El medio de almacenamiento se preempaqueta, por ejemplo, con al menos un par de gafas con forma y se encuentra disponible para la compra a través de un comercio minorista.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema para visualizar imágenes 3D que comprende servir contenido 3D en una red a un dispositivo electrónico de recepción y mostrar el contenido

3D, en donde el contenido 3D comprende imágenes espectralmente complementarias previstas para visualizarse con gafas con forma espectralmente separadas según la presente invención. El dispositivo electrónico de recepción es, por ejemplo, un sistema de visualización ubicado en un cine.

5 La presente invención aborda algunos de los problemas con el método de Separación Espectral para proyectar imágenes 3D, específicamente una mejora en la eficacia, aumento en la gama de colores y una reducción en la cantidad de compensación de color requerida. En algunos casos, la compensación de color puede no requerirse. Mediante la provisión de gafas de visualización según la presente invención, se tratan las cuestiones de eficacia y espacio de color mediante la división de colores primarios del proyector en subpartes. La división de colores primarios en subpartes se logra, en parte, a través del filtro instalado en el proyector, que es el principal factor de control en el espacio de color del sistema. La eficacia y gama de colores de la imagen proyectada aumentan, ambas, mediante el uso de las subpartes adicionales de los colores primarios divididos.

10 En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un filtro de proyector que comprende un primer filtro que tiene un primer conjunto de bandas de paso primarias y un segundo filtro que tiene un segundo conjunto de bandas de paso primarias, en donde el primer conjunto de bandas de paso primarias tiene un número de bandas de paso primarias diferente del segundo filtro. El primer filtro tiene, por ejemplo, al menos dos bandas de paso primarias azules y el segundo filtro tiene al menos una banda de paso primaria azul. El primer filtro puede también tener, por ejemplo, al menos dos bandas de paso primarias verdes y el segundo filtro tiene al menos una banda de paso primaria verde. Por ejemplo, el primer filtro puede tener longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 400 a 440 nm y 484 a 498 nm, 514 a 528 nm, 567 a 581 nm, y 610 a 623 nm, y el segundo filtro puede tener longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 455 a 471 nm, 539 a 556 nm, y 634 a 700 nm. Las bandas de paso del primer filtro y segundo filtro se seleccionan, por ejemplo, para maximizar la reproducción de un espacio de color de un proyector de Cine Digital.

15 En otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema para la proyección de imágenes 3D espectralmente separadas que comprende un sistema de proyección configurado para proyectar imágenes de canal izquierdo y derecho para la visualización por un espectador, un filtro colocado en al menos un trayecto de luz del sistema de proyección que comprende un filtro de canal izquierdo y un filtro de canal derecho, en donde al menos uno de los filtros de canal izquierdo y derecho tiene más de 3 bandas de paso primarias. En una realización, uno de los filtros de canal izquierdo y derecho tiene al menos 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda azules y uno de los filtros de canal izquierdo y derecho tiene al menos 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda verdes. Nuevamente, las bandas de paso primarias de los filtros se seleccionan para maximizar la reproducción de un espacio de color del sistema de proyección en imágenes proyectadas por el sistema de proyección. El sistema puede incluir, por ejemplo, un módulo de corrección de color configurado para corregir el color de imágenes proyectadas por el sistema de proyección según un espacio de color de los filtros.

20 En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un conjunto de filtros que comprende un primer filtro que tiene un primer conjunto de bandas de paso de color primario, un segundo filtro que tiene un segundo conjunto de bandas de paso de color primario de diferentes longitudes de onda en comparación con el primer conjunto de colores primarios, en donde el primer filtro tiene más de un color primario en al menos una banda de color.

25 En un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un método que comprende las etapas de preparar una imagen 3D que comprende una imagen izquierda y una imagen derecha, filtrar la imagen izquierda con un filtro de canal izquierdo, filtrar la imagen derecha con un filtro de canal derecho y proyectar las imágenes filtradas izquierda y derecha en una pantalla, en donde al menos uno del filtro de canal izquierdo y el filtro de canal derecho tiene más de 3 bandas de paso primarias. Como en todas las realizaciones descritas más arriba, los filtros (p.ej., filtros usados al llevar a cabo las etapas de filtrado) pueden incorporarse en un conjunto de filtros electrónicamente conmutables, filtros fijos en un sistema de dos proyectores, o una rueda de filtros en donde aproximadamente 1/2 de la rueda tiene características de filtro de un filtro de canal izquierdo según el presente ejemplo y aproximadamente 1/2 de la rueda tiene características de filtro de un filtro de canal derecho según el presente ejemplo.

30 Porciones de los ejemplos descritos pueden implementarse, de forma conveniente, en la programación en un ordenador de propósito general, u ordenadores conectados en red, y los resultados pueden mostrarse en un dispositivo de salida conectado a cualquiera de los ordenadores de propósito general, ordenadores conectados en red o transmitirse a un dispositivo remoto para la salida o visualización. En particular, los ejemplos pueden incluir la utilización de software que implementa el procesamiento de color de manera separada en cada canal ocular. Cualquier componente de los ejemplos representados en un programa de ordenador, secuencias de datos y/o señales de control puede realizarse como una señal electrónica radiodifundida (o transmitida) en cualquier frecuencia en cualquier medio incluidas, pero sin limitación a ello, radiodifusiones inalámbricas, y transmisiones en alambre(s) de cobre, cable(s) de fibra óptica y cable(s) coaxial(es), etc.

35 Descripción de los dibujos

Una apreciación más completa de la invención y de muchas de las ventajas relacionadas de aquella se obtendrá inmediatamente cuando se comprendan mejor por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en conexión con los dibujos anexos en donde:

La Figura 1A es una ilustración de ángulos de visualización;

5 la Figura 1B es un gráfico que ilustra el espectro de filtro de proyector izquierdo y filtro de ojo derecho;

la Figura 2 es un gráfico que ilustra el espectro de filtro de proyector izquierdo versus filtro de ojo derecho desplazado hacia el azul;

la Figura 3 es un gráfico que ilustra el espectro de filtro de proyector izquierdo desplazado hacia el azul versus filtro de ojo derecho desplazado hacia el azul;

10 la Figura 4A es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvas centradas en la pupila de un espectador;

la Figura 4B es una ilustración de gafas con lentes esféricas;

la Figura 5 es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvas y que muestra distancias interpupilares de un niño;

15 la Figura 6 es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvas para un ángulo de 20 grados en un borde de las lentes;

la Figura 7 es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvas con curva no esférica;

la Figura 8A es un diagrama que ilustra el efecto de la curvatura de las lentes sobre la luz que proviene desde detrás de un espectador;

la Figura 8B es un dibujo de ángulos diedros para un par de gafas de visualización.

20 La Figura 9 es un dibujo que ilustra marcos de gafas configurados para su uso en cabezas de diferentes tamaños.

La Figura 10 es un diagrama que ilustra la geometría de gafas en ángulo diedro optimizadas.

La Figura 11 es un gráfico de filtros de separación espectral izquierdo y derecho convencionales.

La Figura 12 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color de un proyector de Cine Digital (*D-Cinema*) típico.

25 La Figura 13 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color de filtros de separación espectral convencionales.

La Figura 14 es un gráfico de filtros de proyector izquierdo y derecho.

La Figura 15 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color de filtros de color.

30 La Figura 16 es un gráfico de filtros de gafas izquierdo y derecho que pueden aplicarse en conjunto con los filtros de proyector descritos en la Figura 4.

La Figura 17A es un diagrama de bloques de una proyección.

La Figura 17B es un dibujo de una rueda de filtros; y

la Figura 18 es un dibujo de una disposición de filtros fijos en un sistema de dos proyectores.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

35 La presente invención aborda algunos de los problemas con el método de Separación Espectral para proyectar imágenes 3D, específicamente la presente invención pretende mejorar las características de filtro fuera de eje cuando filtros dieléctricos de película fina (interferencia) (p.ej., filtros de ojo derecho y ojo izquierdo) se usan para implementar accesorios (p.ej., gafas) para visualizar imágenes espectralmente separadas.

40 Cuando la luz atraviesa un filtro de interferencia en un ángulo no normal, las características de filtro (formas de respuesta, que no debe confundirse con la forma física del filtro) se cambian, y toda la respuesta de filtro espectral se desplaza hacia longitudes de onda más cortas (hacia el azul). Las formas de respuesta de características de filtro también se ven afectadas de manera adversa en ángulos más grandes. Este es un atributo fundamental de los filtros de interferencia y puede compensarse mediante el diseño del filtro para un ángulo específico si todos los rayos son paralelos. En casos donde el agrupamiento de luz no es paralelo, como en el caso con el uso de gafas 3D,

45 soluciones que implican solo el diseño de las características de filtro son menos prácticas.

Las gafas actualmente usadas para la separación espectral consisten en filtros de interferencia planos ubicados alrededor de 2 cm enfrente de los ojos del espectador. En un cine 3D (p.ej., Cine Digital 3D), la luz de la pantalla no atraviesa los filtros de interferencia en un solo ángulo. Para un espectador ubicado en el centro y un ancho de pantalla ubicado detrás, cuando se visualiza la imagen en el centro de la pantalla, la luz del centro de la pantalla atravesará los filtros de interferencia de las gafas en un ángulo normal (perpendicular) (suponiendo que la cabeza del espectador se posiciona de modo que el plano de los filtros de interferencia es paralelo al plano de la pantalla). En condiciones similares, la luz del borde la pantalla atravesará los filtros de interferencia en un ángulo de alrededor de 26 grados.

La presente posición de visualización es razonablemente cercana a la pantalla, pero no es anormal; muchos de los asientos en un auditorio común se ubican de manera más cercana, y los ángulos de 40 grados son posibles. Un ángulo de 26 grados desde el borde de la pantalla tendrá el efecto de desplazar la respuesta de filtro hacia el azul en alrededor de 14 nanómetros (nm) y distorsionará, de alguna manera, la forma del filtro. La imagen 3D resultante parece tener un desplazamiento de color perceptible y una diafonía de ojo izquierdo/derecho aumentada hacia los bordes de la pantalla.

Una combinación de varias técnicas puede usarse para reducir los efectos del desplazamiento hacia el azul y para reducir el desplazamiento hacia el azul que ocurre desde ángulos de visualización no normales. Debe recordarse que el desplazamiento hacia el azul en los filtros de interferencia (p.ej., lentes de las gafas que tienen filtros allí dispuestos) es principalmente importante porque provoca una discordancia entre características espectrales del filtro de proyector (p.ej., una rueda de filtros o filtro electrónicamente conmutado) y las gafas o, más precisamente, una discordancia entre los espectros de luz que forman las imágenes (de cualquier fuente) y las características de las gafas en un ángulo de visualización dado.

Con referencia, ahora, a los dibujos, en donde numerales de referencia iguales designan partes idénticas o correspondientes y, más concretamente, a la Figura 1A de aquellos, se ilustran ángulos de visualización a modo de ejemplo a través de gafas 1110 para un espectador 1100 de una imagen proyectada en una pantalla de cine 1120. Los ángulos de visualización abarcan de normal a de alguna manera oblicuo (p.ej., de aproximadamente θ_1 a θ_3 , respectivamente). Las gafas 1110 incluyen lentes con filtros de interferencia basados en material dieléctrico. Los ángulos de visualización no normales tienen una cantidad de desplazamiento hacia el azul asociado a la imagen visualizada que aumenta con la mayor oblicuidad del ángulo de visualización a través de los filtros de interferencia. Por ejemplo, la luz que entra en los ojos del usuario desde los ángulos más oblicuos θ_2 y θ_3 se desplazará hacia longitudes de onda azules mientras que el ángulo más normal θ_1 tendrá poco desplazamiento hacia el azul, si lo hubiera. El desplazamiento hacia el azul, o desplazamiento de longitud de onda, descrito resulta de un desplazamiento en las propiedades de filtro de interferencia de modo que las bandas de luz que el filtro pasa se desplazan hacia longitudes de onda más cortas.

Un efecto del desplazamiento hacia el azul de la luz visualizada en el borde de la pantalla (p.ej., luz 1130) es introducir diafonía en la imagen. Esta puede reducirse mediante el aumento de las bandas de guarda entre las características de filtro de ojo izquierdo y ojo derecho. La Figura 1B ilustra características de filtros a modo de ejemplo usados para la separación espectral 3D. Como se muestra en la Figura 1B, los anchos de banda para un filtro de proyección izquierdo 100, y un filtro de ojo derecho 110, incluyen bandas de guarda 120, 122, 124, 126 y 128 que aparecen como ranuras entre bandas de luz adyacentes (la Figura 1B ilustra el filtro de ojo derecho y el filtro de proyección izquierdo; el filtro de ojo derecho representa, aproximadamente, anchos de banda del filtro de proyección derecho y el filtro de proyección izquierdo representa, aproximadamente, anchos de banda del filtro de ojo izquierdo). Mediante el aumento del ancho de la ranura (o banda de guarda) entre espectros izquierdo y derecho en ambos filtros de ojo y los correspondientes filtros de proyector, la diafonía puede reducirse. Ello también reduce el desplazamiento de color percibido. El presente método también reduce la eficacia óptica del sistema, pero dicha transacción puede llevarse a cabo.

Como puede verse en la Figura 1B, como un par, los filtros de ojo izquierdo y derecho son complementarios en que las propiedades de filtro del filtro de ojo izquierdo (aproximadamente representado por el filtro de proyección izquierdo 100) complementan las propiedades de filtro del filtro de ojo derecho 110. No es un complemento total en el sentido de que las bandas de guarda evitan que los filtros combinados pasen toda la porción del espectro entre las longitudes de onda más largas y más cortas que pasan los filtros. Además, diferencias adicionales en el ancho de banda dentro de los rangos de las varias bandas que pasan los filtros pueden llevarse a cabo para adoptar decisiones de ingeniería sobre cuestiones de espacio de color que necesitan tratarse para una aplicación particular.

Otro enfoque es predesplazar hacia el azul características del filtro de proyector, o desplazar hacia el rojo los filtros de ojo, de modo que para la visualización en un ángulo normal de incidencia a través de los filtros de ojo, las características de filtro se desplazan hacia el rojo con respecto al filtro de proyector. Ello aumenta la diafonía y el desplazamiento de color para una visualización normal (en eje), pero esto puede ajustarse de modo que para una visualización en eje, la diafonía y el desplazamiento de color no son objetables. Para el caso de fuera de eje, el rendimiento se mejora dado que la diferencia entre los filtros de proyector y los filtros de ojo desplazados hacia el azul (fuera de eje) es más baja.

La Figura 2 y la Figura 3 describen la presente situación. Como se muestra en la Figura 2, un filtro de proyector izquierdo 200 y un filtro de ojo derecho desplazado hacia el azul 210 tienen bandas de guarda que incluyen una banda de guarda 220 que separa bandas de luz adyacentes). Como se muestra en la Figura 3, un filtro de proyector izquierdo desplazado hacia el azul 300 y un filtro de ojo derecho desplazado hacia el azul 310 tienen bandas de guarda que incluyen una banda de guarda 320 que separa bandas de luz adyacentes. Como puede verse mediante comparación de la Figura 2 y Figura 3, la ranura (bandas de guarda 210 y 310) que separa las bandas de luz adyacentes es más grande en la Figura 3.

Mediante la aplicación de ello al caso descrito anteriormente, el desplazamiento de 14 nm en los bordes de la pantalla puede reducirse a un desplazamiento eficaz de 11 nm si el filtro de proyector se desplaza hacia el azul 3 nm. Habrá un "desplazamiento hacia el rojo" de 3 nm en el centro de la pantalla.

Otro enfoque es curvar los filtros, lo cual puede implementarse, por ejemplo, mediante la disposición de los filtros de ojo en lentes curvas de gafas de visualización. Ello tiene la ventaja de que tiene el potencial de reducir, en realidad, el desplazamiento hacia el azul.

La Figura 4A describe la geometría de lentes curvas con un radio centrado en la pupila del ojo. Las lentes que se muestran (la lente 405A que tiene un eje óptico 410A y la lente 405B que tiene un eje óptico 410B) tienen un ancho de 50 mm y la cuerda se ubica a 20 mm de una pupila respectiva (y centro de curvatura) (p.ej., 400A y 400B). Se han llevado a cabo mediciones para los ojos del inventor, pero son representativas de la situación general que puede implementarse para cualquier persona que usa gafas 3D. El uso de gafas con lentes que tienen una sección esférica con un radio centrado en la pupila de entrada del ojo virtualmente elimina cualquier desplazamiento hacia el azul en los filtros dado que la luz atraviesa las lentes (y, por lo tanto, los filtros) virtualmente normales para la lente/filtro para visualizar todas las partes de la pantalla. Cierta distorsión ocurre cuando el espectador gira su ojo para observar diferentes partes de la pantalla, pero para la geometría que se muestra, ello no es significativo. La Figura 4B ilustra dos vistas de un par de gafas 490 que tienen lentes curvas 492A y 492B que tienen, ambas, forma esférica y que tienen filtros dieléctricos espectralmente complementarios allí dispuestos (filtro de ojo izquierdo 496A y filtro de ojo derecho 496B).

Las curvaturas de las lentes implementadas se distinguen de las gafas prescritas en que las curvaturas implementadas no son para corregir la visión. Sin embargo, en una realización, la curvatura de la invención puede implementarse en o además de otras características de lente previstas para satisfacer las necesidades de prescripción de un espectador.

La solución de una lente curva aún tiene algunas limitaciones. Primero, el radio de curvatura de 30 mm que resulta de la geometría descrita más arriba parece muy de "ojos saltones" y sería estéticamente desagradable. Segundo, dicha curvatura produciría gafas cuyo peso se centraría bien enfrente del protector para la nariz y estarían pobremente equilibradas. Tercero, dicho radio puede ser demasiado corto para permitir el recubrimiento uniforme de un filtro de interferencia.

Cuarto, la distancia interpupilar de los ojos varía de manera significativa y ello significa que las gafas diseñadas para la media se curvarían de manera inapropiada para una persona con una distancia diferente de la media. Por ejemplo, con un niño, la situación puede resultar en un ángulo de alrededor de 10 grados para la visualización del centro de la pantalla. Como se muestra en la Figura 5, la ubicación de las pupilas de un niño (510A y 510B) y el eje óptico resultante del ojo del niño (530A y 530B) se desplaza fuera del eje óptico correspondiente de las gafas (520A y 520B respectivamente centradas en el centro de las curvaturas 500A y 500B).

Incluso cuando se consideran las limitaciones asociadas a la curvatura de las lentes y/o filtros, la presente técnica es valiosa. Aunque en casos generales o producciones para audiencias masivas, puede no tener sentido intentar tener el radio de curvatura centrado directamente en la pupila de entrada del ojo. Al hacer las lentes esféricas pero con un radio de curvatura centrado detrás de la entrada de la pupila del ojo, muchos de los problemas se eliminan (p.ej., traer el centro de gravedad otra vez hacia el espectador y una menor apariencia de "ojos saltones") y las ventajas se retienen de manera significativa.

En una alternativa, las lentes pueden usar una curvatura no esférica como, por ejemplo, una curvatura cilíndrica donde las lentes solo se curvan de izquierda a derecha y no hay curvatura en la dirección vertical. Ello es posible porque las pantallas siempre tienen una relación de aspecto de modo que la extensión horizontal (p.ej., ancho) es de alrededor dos veces la extensión vertical (p.ej., altura). Otra alternativa es usar una curvatura que no sea esférica en cualquier dirección como, por ejemplo, una superficie de múltiples radios, o una que sigue una función matemática específica. Estas tienen ventajas para permitir una mayor variación interpupilar. Una ventaja adicional de las lentes curvas incluye la reducción de reflejos de superficies brillantes detrás del espectador, dado que dichos reflejos no se dirigen hacia el ojo.

Un enfoque final implica el diseño de los filtros de interferencia. El presente enfoque requiere cambiar el grosor de las capas dieléctricas como una función de la distancia con respecto al centro de cada filtro de ojo. Si los grosores de las capas dieléctricas aumentan en los bordes de los filtros de modo que provocan un desplazamiento hacia el

rojo en las características de filtro, ello puede usarse para compensar el desplazamiento hacia el azul provocado por el cambio de ángulo en los bordes del campo de visión a través de los filtros.

5 Si los filtros se implementan en cristal plano, el engrosamiento de las capas dieléctricas puede aumentar los costes de fabricación debido a la dificultad para implementar los grosores aumentados en diferentes puntos en el cristal plano. Sin embargo, cuando se cubre una superficie curva, ocurre cierto engrosamiento durante el proceso de recubrimiento. El presente enfoque, por lo tanto, se convierte en un complemento práctico a la solución de lente curva.

10 El mejor método para lograr el alto rendimiento con filtros de interferencia incorpora las cuatro técnicas descritas más arriba de la siguiente manera. Primero, las bandas de guarda entre los filtros de ojo izquierdo y derecho deben ser mayores que aproximadamente 2% (p.ej., 2,2%) de la longitud de onda de dicha banda de filtro. Por ejemplo, para un filtro con un cruce izquierda/derecha a 640 nm, la banda de guarda debe ser aproximadamente de 14 nm. Segundo, el filtro de proyector debe diseñarse para desplazarse hacia el azul (con respecto a los filtros de monóculos) en más del 0,6% de la longitud de onda de la banda de filtro. En el mismo ejemplo, el centro de la banda de guarda para el filtro de proyector debe ser $640 - 3,8 = 636,2$ nm. La combinación de estos permite que lentes nominalmente fabricadas y filtros de ojo (cuando se usan con una lente de proyector nominalmente fabricada y filtros de proyector) se inclinen de modo que un desplazamiento hacia el azul de 18 nm ocurre antes de que ocurra la degradación seria de la imagen.

15 Sin embargo, la tolerancia de fabricación combinada de los filtros de proyector y los filtros de ojo reduce esto a alrededor de 9 nm. La banda de guarda de 9 nm que permanece puede usarse para admitir el desplazamiento hacia el azul provocado por la luz que fluye a través de los filtros de ojo izquierdo y derecho en un ángulo. El ángulo a través de los filtros de ojo izquierdo y derecho que provoca un desplazamiento de 9 nm es de alrededor de 20 grados. Si la curvatura de los filtros de ojo (p.ej., curvatura de lentes en la cual los filtros de ojo se disponen o incorporan) se ajusta para permitir que la luz del borde de los filtros de ojo atraviese hacia el ojo en un máximo de 20 grados con respecto a lo normal de los filtros de ojo en el borde, entonces la degradación seria de la imagen en el
25 borde de los filtros de ojo no ocurrirá.

30 Para una esfera simple, y con el ojo mirando directamente al centro de la pantalla (p.ej., una mirada primaria normal para una tangente de la lente), el radio de curvatura que se necesita para lograr esto es aproximadamente de 50 mm. Como se muestra en la Figura 6 (lentes 605A y 605B tienen centros de curvatura 610A y 610B respectivos; ubicaciones de pupilas de adulto en 615A, 615B y eje óptico correspondiente de las lentes y ojo de adulto 630A y 630B; ubicaciones de pupilas de niño en 620A, 620B y eje óptico correspondiente del ojo de niño 635A y 635B). En la práctica, el radio de curvatura puede ser de alguna manera mayor que 50 mm para admitir el desplazamiento de la pupila cuando el ojo gira para observar el lado de la pantalla.

35 Aunque se prefieren lentes con forma esférica, las lentes no esféricas tienen algunas ventajas. La Figura 7 muestra lentes izquierda y derecha 705A y 705B con una curva no esférica (pupilas de adulto 700A, 700B; eje óptico de las lentes 715A, 715B; pupilas de niño 710A, 710B, y eje óptico correspondiente de ojo de niño 720A, 720B). Las lentes izquierda y derecha incorporan filtros de ojo izquierdo y derecho correspondientes. Los filtros se disponen, por ejemplo, en una o más superficies de las lentes. Las ventajas de una curva no esférica se encuentran al admitir variaciones de distancias interpupilares entre diferentes espectadores. Finalmente, un recubrimiento dieléctrico no uniforme puede usarse para desplazar hacia el rojo las características de filtro en los bordes de los filtros y, de esta
40 manera, además se mejora el rendimiento.

45 Una ventaja más importante es que los reflejos desde detrás del espectador se reducen por la curvatura. Ello es importante porque los filtros de interferencia dispuestos en las lentes del monóculo reflejan luz que no se transmite y son, por lo tanto, bastante reflectantes. Sin la curva, la audiencia detrás del espectador es visible a lo largo de mucho del lado posterior de las lentes. Con la curva, solo una porción (o ninguna) de la lente tiene un reflejo desde detrás del espectador. La Figura 8 ilustra la presente ventaja mediante comparación de una lente curva 705 que tiene un centro de curvatura en 708 y una lente plana 710. Con respecto a la lente plana 710, un rayo de luz en ángulo relativamente amplio 725 desde detrás del espectador se refleja fuera de la lente plana hacia la pupila 700A del espectador. Con respecto a la lente curva 705, se muestra que solo un ángulo relativamente estrecho (rayo de luz 720) puede alcanzar la pupila 700B del espectador mediante reflejo de la lente curva. Además, la sien 730 del espectador bloquea la mayoría de los rayos de luz suficientemente estrechos para entrar en la sien del espectador.

50 Una optimización adicional de las técnicas descritas puede lograrse mediante la admisión de la variación de distancia interpupilar entre la población. En general, el espaciado interpupilar se refiere directamente al ancho y contorno de la cabeza. Los adultos tienen un ancho y contorno más grandes, y espaciado interpupilar más ancho, mientras que los niños son más pequeños en dichas dimensiones. Idealmente, un espectador usará gafas con los
55 filtros de ojo izquierdo y derecho dispuestos en las lentes izquierda y derecha correspondientes de las gafas donde el espaciado interocular de las lentes se optimiza para las distancias interpupilares particulares del espectador.

En un cine u otra aplicación de gran volumen, es incómodo tener en existencia gafas de diferentes tamaños. Como una optimización de las gafas curvas, es posible incorporar una característica en el diseño del marco de las gafas que automáticamente ajusta un ángulo diedro entre las lentes curvas para admitir el espaciado interpupilar más

ancho y más estrecho. El ajuste del ángulo diedro asegura un fin a la incidencia de luz normal cuando se visualiza la pantalla con una mirada primaria. El presente ajuste se lleva a cabo mediante la explotación de las propiedades de flexibilidad y resistencia a la flexión de marcos termoplásticos moldeados, u otros marcos que tienen propiedades similares de resistencia y flexibilidad (p.ej., metales, fibra de vidrio, compuestos, etc.).

5 En el presente diseño hay una convexidad hacia afuera para la forma de los marcos, lo cual crea un ángulo diedro entre las lentes. En una realización, el puente de las gafas se diseña para flexionarse ligeramente con la variación del tamaño de cabeza debido a la presión en el marco (p.ej., presión ejercida sobre la porción de la patilla de los marcos). Dicha flexión resulta en cambios en el ángulo diedro. Como se muestra en la Figura 8B, cabezas más anchas 875 con espaciado interpupilar (estadísticamente) más grande tienen un ángulo diedro más grande \varnothing_A . En el presente contexto, el ángulo diedro se define como el ángulo entre un plano que se extiende a través de puntos finales en extremos opuestos de las lentes (es preciso ver la línea punteada en la Figura 8B). Las cabezas más pequeñas 880 tendrán un ángulo diedro más pequeño θ_B . Con una cabeza más pequeña y un ángulo diedro más pequeño correspondiente entre las lentes, la distancia entre los radios dirigidos hacia adelante de las lentes curvas se reduce para coincidir de manera más cercana con el espaciado interpupilar más pequeño.

10 La Figura 9 ilustra ambos casos. Las gafas 900 se ilustran en una primera posición 900A como cuando se usan por un adulto con una cabeza de tamaño relativamente más grande. El espaciado interpupilar del adulto se representa por Y. Una patilla o porción "alrededor de la oreja" del marco de las gafas tiene un espaciado representado por Y' para admitir el tamaño de cabeza del adulto, lo cual provoca una flexión del puente 910 de las gafas y resulta en un ángulo diedro más grande entre las lentes.

15 La posición 900B es similar a aquella presente cuando se usa por un niño con una cabeza de tamaño relativamente más pequeño, y la distancia interpupilar del niño se representa por X. El puente 910 se flexiona menos porque la patilla o espaciado "alrededor de la oreja" se reduce a X', lo cual resulta en un ángulo diedro más pequeño entre las lentes. El ángulo diedro más pequeño admite el espaciado interpupilar más pequeño del niño según se describe más arriba.

20 La Figura 10 ilustra detalles para las lentes. En 1005, la pupila del ojo derecho de adulto 1010A se muestra con respecto a la pupila del ojo de niño 1015A, con las lentes 1020 que tienen un centro de curvatura en 1025A. Como se ve en la Figura 10, al comparar la posición de la lente 1020 con la lente 1030 en la posición 1030A, un diedro más grande existe entre las lentes. Esta es la configuración de lente apropiada para un adulto.

25 Cuando se usa por un niño (o persona con una cabeza de tamaño relativamente más pequeño), una cantidad de flexión del puente de las gafas hace que las lentes 1030 y 1020 se reduzcan en diedro según se ilustra por 1050 para el ojo izquierdo (coherente con la Figura 9, una reducción de diedro similar (no se muestra) ocurre para el ojo derecho en la lente 1020). El centro del radio de curvatura (1040 para la lente 1030 en la posición 1030B) se ha desplazado de una alineación correspondiente a la pupila de adulto 1010B a una alineación correspondiente a la pupila de niño 1015B.

30 Las Figuras 8B, 9 y 10 son ilustrativas de una admisión tanto para cabezas "con tamaño de adulto" como "con tamaño de niño" y distancias interpupilares. Sin embargo, debe comprenderse que las distancias interpupilares y tamaños de cabeza varían entre toda la población. Mientras la alineación casi perfecta puede ocurrir para algunos espectadores, esta no se requiere y las realizaciones ilustradas funcionan para admitir los tamaños de cabeza y distancias interpupilares variables mediante la mejora de las alineaciones de ángulo de visualización en la mayoría de los casos.

35 Las lentes que se muestran en la Figura 10 tienen un radio de 50 mm de curvatura y el ángulo diedro es de 2 grados. Con marcos de tamaño convencional, el cambio de ángulo diedro para el adulto promedio versus niño es de alrededor de 5 grados (aproximadamente 2,5 grados representados a cada lado de los marcos para un total de alrededor de 5 grados). La presente técnica funciona mejor con lentes con un radio de curvatura que es de alrededor de la mitad de la longitud de la porción de patilla de las gafas.

40 Según se describe más arriba, mediante la provisión de gafas de visualización según la presente invención, algunos de los problemas se abordan con el método de Separación Espectral para proyectar imágenes 3D, específicamente una mejora en la eficacia, aumento en la gama de colores y una reducción en la cantidad de compensación de color requerida. En algunos casos, la compensación de color puede no requerirse.

45 Con referencia, nuevamente, a los dibujos y, más concretamente, a la Figura 11 de aquellos, se ilustra un conjunto de filtros de separación espectral izquierdo y derecho representativos de aquellos actualmente usados en presentaciones tridimensionales (3D) en Cine Digital. Como se muestra en la Figura 11, los filtros de separación espectral convencionales proveen tres primarios para cada ojo mediante la división de los canales de color rojo, red y azul de un proyector en dos conjuntos de primarios, un conjunto para el ojo izquierdo (primarios 1110R, 110G y 110B) y un conjunto para el ojo derecho (primarios 1112R, 1112G y 1112B). Por ejemplo, el ojo izquierdo se ilustra como uno que tiene bandas azules, verdes y rojas de longitudes de onda más cortas que el ojo derecho. Siguiendo un diseño convencional, el ojo izquierdo puede tener, por ejemplo, longitudes de onda de banda de paso de

aproximadamente 400 a 445 (azul), 505 a 525 (verde) y 595 a 635 (rojo). El ojo derecho puede tener, por ejemplo, longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 455 a 495 (azul), 535 a 585 (verde), y 645 a 700 (rojo).

Mientras una configuración de filtro como la ilustrada en la Figura 11 provee los tres colores a cada ojo, la imagen resultante tiene una tonalidad de alguna manera diferente en cada ojo. Con el fin de hacer que las imágenes concuerden de manera más cercana con los colores para cada ojo, y que concuerden con los colores en la imagen original, se aplica la corrección de color. La corrección de color reduce la eficacia general del sistema (dado que estimula algunos primarios preferiblemente por sobre otros). Además, incluso con la corrección de color, los nuevos primarios izquierdo y derecho no tienen un espacio de color tan grande como el proyector y, por consiguiente, pueden solamente producir una porción, pero no cada color que estaría presente si se proyectara sin los filtros en un sistema 2D.

La Figura 12 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color sin filtro 1200 y punto blanco P3 1210 de un proyector de Cine Digital (*D-Cinema*) típico. El espacio de color sin filtro del proyector representa el espacio de color disponible para proyectar imágenes.

La Figura 13 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color de filtros de separación espectral convencionales usados para separar el canal de ojo izquierdo 1320 y el canal de ojo derecho 1330 en un proyector de Cine Digital. La intersección de los espacios de color de canal de ojo izquierdo y derecho representa el espacio de color potencial de imágenes proyectadas a través de los filtros. Como puede verse en la Figura 13, el espacio de color potencial que usa los filtros convencionales se encuentra restringido en comparación con el espacio de color de proyector (1200, Figura 2). Además, el punto blanco P3 1310 es un factor importante en el resultado general de la imagen proyectada y se desplaza de forma significativa en comparación con la del proyector solo -es preciso ver el punto blanco P3 1315 para el ojo izquierdo y el punto blanco P3 1325 para el ojo derecho y comparar con el punto blanco P3 1210 de proyector, que se muestra para referencia en la Figura 13.

En un ejemplo útil para comprender la presente invención, un filtro se instala en el proyector, que es el principal factor de control en el espacio de color del sistema. Mediante la provisión de gafas de visualización según la presente invención, tanto las cuestiones de eficacia como de espacio de color se abordan cuando se divide al menos uno de los primarios de proyector en subpartes. En un ejemplo, los primarios de proyector azul y verde se dividen en tres subpartes cada uno. Las longitudes de onda exactas de donde se divide el primario pueden elegirse de cualquier manera que tenga en cuenta el espacio de color particular que se reproducirá.

Por ejemplo, como se muestra en la Figura 14, en una configuración potencial, un filtro de proyección de canal derecho tiene longitudes de onda de banda de paso de azul a 400 a 440 (410-B1) y 484 a 498 nm (410-B2), verde a 514 a 528 (1410-G1) y 567 a 581 nm (1410-G2) y rojo a 610 a 623 nm (1410-R). Un filtro de proyección de canal izquierdo tiene longitudes de onda de bandas de paso de azul a 455 a 471 nm (1412-B), verde a 539 a 556 nm (1412-G) y rojo a 634 a 700 nm (1412-R). Por supuesto, existen otras permutaciones como, por ejemplo, conmutar las longitudes de onda de canal izquierdo y derecho, o conmutar las longitudes de onda azules y verdes, etc. Además, las longitudes de onda de banda de paso son aproximadas y cada banda puede variar en, por ejemplo, +/- 5 nm o más. Dichas variaciones pueden ocurrir mediante el desplazamiento de toda la banda de paso y/o mediante la selección de uno o más puntos finales diferentes para las bandas de paso. Una consideración importante es que dichas diferencias no deben reducir la banda de guarda entre bandas de paso a un nivel donde un sistema que usa los filtros incurre en niveles inaceptables de diafonía entre los canales.

La selección de longitudes de onda de banda de paso se lleva a cabo de modo que cuando una imagen se proyecta con un proyector de Cine Digital con un punto blanco P3 1210 y espacio de color 1200 como, por ejemplo, se muestra en la Figura 12, el espacio de color resultante en los canales y, más concretamente, los espacios de color combinados de las imágenes proyectadas, tienen un espacio de color y punto blanco que concuerdan, más cercanamente, con el espacio de color 1200 y punto blanco P3 1210 en comparación con el espacio de color y punto blanco que ocurre cuando se usa la separación espectral convencional como, por ejemplo, se muestra en la Figura 13. Las bandas de paso también se eligen para maximizar la eficacia mediante la selección de bandas de paso que resultarán en tener aproximadamente niveles de luminancia iguales, o equilibrados, en cada canal. Mientras un ancho de banda suficiente se encuentre disponible en cada banda de paso para lograr las mejoras establecidas (como, por ejemplo, se demuestra por resultados experimentales), no hay límites teóricos en las diferencias que puedan ocurrir en las longitudes de onda de banda de paso a modo de ejemplo descritas en la presente memoria.

Es preciso notar que hay espacios vacíos en el espectro de colores que no existían en el diseño previo (por ejemplo, entre 498 nm y 514 nm para la transición de azul a verde en el canal derecho, y entre 581 nm y 610 nm para la transición de verde a rojo en el canal derecho). Dichas ranuras se diseñan para aumentar el espacio de color de modo que este concuerda con el espacio de color P3 en los proyectores de Cine Digital. La respuesta de filtro que se necesita para obtener el resultado P3 correcto se ha derivado mediante el uso de la respuesta espectral real (medida) de los proyectores de Cine Digital, que se refleja en las longitudes de onda elegidas para las bandas de paso descritas más arriba.

También es preciso notar que, en el ejemplo ilustrado, las tres subpartes se estructuran de modo que se entrelazan entre los canales derecho e izquierdo. Desde un punto de vista práctico, ello significa que las tres subpartes se

disponen de modo que un filtro tiene al menos una subparte más baja y una subparte más alta que la subparte del otro filtro. Por ejemplo, en la Figura 14, las bandas de paso azules del filtro de proyección de canal derecho abarcan la banda de paso azul del filtro de proyección de canal izquierdo. Dicho entrelazado se mantiene, preferiblemente, en los varios ejemplos útiles para comprender la presente invención, incluidos aquellos ejemplos que dividen bandas de paso en más de 3 subpartes. Aunque, en teoría, no hay un límite en el número de subpartes en las cuales cualquier banda de paso puede dividirse, debido al coste y otros factores, un punto de retornos decrecientes se alcanza rápidamente y 3 subpartes, cada una de azul y verde, y 2 subpartes de rojo parecen tener el retorno más grande con coste razonable. Con componentes mejorados y/o costes reducidos de componentes, un análisis económico diferente puede resultar y 4, 5 o más subpartes, incluidas subpartes adicionales en el rojo, pueden justificarse para aumentos incrementales adicionales en el espacio de color. Dichas mejoras incrementales pueden también justificarse bajo modelos económicos y de coste actuales para mercados de equipos de gama alta.

La Figura 15 muestra los diagramas de espacio de color para los filtros del presente ejemplo útil para comprender la presente invención descrita más arriba. Como puede verse en la Figura 15, la intersección, o producto, del espacio de color de filtro de proyección de canal izquierdo y espacio de color de filtro de proyección de canal derecho resulta en un espacio de color que concuerda, más cercanamente, con el espacio de color 1200 (Figura 12) que el que ocurre con la separación espectral convencional. Algunas porciones del espacio de color se reducen y otras porciones del espacio de color aumentan. Aunque algunas áreas del espacio de color se reducen, las áreas reducidas son menos importantes para los espectadores. Las áreas del espacio de color a las cuales los espectadores son más sensibles han realizado ganancias significativas con el presente ejemplo versus la separación espectral convencional.

Las gafas usadas para visualizar las imágenes proyectadas no necesitan ser tan complejas como el filtro de proyector dado que las ranuras que proveen el espacio de color mejorado no tienen impacto en la separación de ojo izquierdo/derecho (o canal izquierdo/derecho) y, por lo tanto, las ranuras no necesitan reproducirse en los filtros de visualización de las gafas (el filtro de proyector tiene más bandas y, por lo tanto, más complejidad que los filtros de visualización). Como se muestra en la Figura 16, en una configuración, la lente del ojo derecho de las gafas tendrá un filtro con longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 430 a 440 nm (parte de la banda azul), 484 a 528 nm (parte de la banda azul y parte de la banda verde), 568 a 623 (parte de la banda verde y banda roja), que abarcan las bandas de paso del filtro de proyector de canal derecho. La lente del ojo izquierdo de las gafas tendrá un filtro con longitudes de onda de banda de paso de 455 a 471 (azul), 539 a 555 nm (verde) y 634 a 700 nm (rojo) que abarcan las bandas de paso del filtro de proyector de canal izquierdo. Las longitudes de onda por debajo de las longitudes de onda iniciales en el azul (aproximadamente 430 nm) y longitudes de onda por encima de las longitudes de onda finales en rojo (aproximadamente 700 nm) se encuentran más allá del espectro visible y pueden incluirse o excluirse de las bandas de paso. Otras permutaciones existen según se describe anteriormente (incluido el intercambio de canal izquierdo/derecho), pero las lentes de ojo izquierdo y derecho de las gafas incluyen permutaciones correspondientes que abarcan o concuerdan con las permutaciones de filtro de proyector de canal izquierdo y derecho.

Junto con otros factores como, por ejemplo, espacio de color de proyector y punto blanco, las imágenes finales visualizadas a través de las gafas son un producto de los filtros de proyección y filtros de visualización (p.ej., filtros en las gafas usadas para visualizar las imágenes). En los ejemplos descritos, los filtros de recepción según realizaciones de la presente invención son menos demandantes en cuanto al diseño de banda de paso dado que tienen menos ranuras y abarcan, en general, más longitudes de onda en al menos algunas de las bandas de paso. El importante rol que tienen las gafas es la separación de todas las imágenes como un todo y según se proyectan, no bandas específicas dentro de cada imagen según se describe para los filtros de proyección.

La respuesta general (espacio de color y punto blanco) al ojo es el producto de la respuesta espectral del filtro de proyector, las lentes/filtros de los monóculos y la respuesta de proyector de Cine Digital base (espacio de color y punto blanco del proyector de Cine Digital sin los filtros de proyector de canal izquierdo y derecho). Sin embargo, el espacio de color se define mayormente por la posición de las bandas de paso y las ranuras en las bandas amarillas y azul-verde y, por lo tanto, la respuesta total es principalmente una función del filtro de proyector (porque las gafas no necesitan y preferiblemente no tienen las ranuras).

En parte, debido a la complejidad más baja de los filtros de monóculo (o de visualización), los filtros de monóculo también son comparativamente menos costosos de producir en comparación con los filtros de proyección. Ello es un beneficio dado que los filtros de monóculo se realizan, en general, como un par de gafas que usan los espectadores (incluido el público general) y, probablemente, por lo tanto, estarán sujetos a un cuidado que está lejos de ser perfecto, mientras que el equipo de proyector que incluye los filtros de proyector se mantiene, en general, en entornos más seguros y estables. Además, las gafas se compran, en general, en cantidades más grandes que los filtros de proyector.

Otro aspecto de las diversas complejidades de los filtros de monóculo (de visualización) en comparación con los filtros de proyector es que crean un sistema de filtrado asimétrico. Es decir, cada filtro de visualización y su correspondiente filtro de proyección del mismo canal no son simétricos en ancho de banda y/o número de bandas de paso. Las bandas de paso de los filtros de visualización pueden también abarcar completamente las bandas de paso de los filtros de proyección (y, en algunas realizaciones, las bandas de paso del filtro de proyector pueden

desplazarse hacia el azul con respecto a las bandas de paso de los filtros de visualización para representar desplazamientos hacia el azul relacionados con el ángulo de visualización en los filtros de visualización). Independientemente de si los filtros de proyección se encuentran totalmente abarcados por las bandas de paso de los filtros de visualización, las bandas de paso de los filtros de visualización y proyección son preferiblemente diferentes. Por lo tanto, un resultado preferido es un sistema de filtrado asimétrico.

La respuesta de filtro de proyector particular usada al describir la invención usa 3 divisiones de las bandas de color de proyector azules y verdes. La banda roja se divide en dos partes (una parte para el canal derecho y una parte para el canal izquierdo). Pueden utilizarse divisiones adicionales para un espacio de color aumentado, pero puede incurrirse en un coste adicional de los filtros. La selección cuidadosa de las bandas de paso ópticas provee una concordancia cercana con el espacio de color y punto blanco del proyector sin filtro original. El diseño de las gafas es tal que estas tienen la misma complejidad del diseño de separación espectral convencional, pero proveen una selectividad adecuada para minimizar la diafonía entre las imágenes proyectadas en los canales izquierdo y derecho.

La Figura 17A es un diagrama de bloques de un sistema de proyección 1700 según una realización de la presente invención. El sistema de proyección 1700 incluye un proyector 1705 de cine digital que proyecta imágenes 3D espectralmente separadas (una imagen de canal izquierdo y una imagen de canal derecho) a través del filtro de proyección 1730 y una lente de proyección 1720 en una pantalla 1710 para la visualización con gafas 1715. Las gafas 1715 incluyen, por ejemplo, filtros espectralmente separados dispuestos como recubrimientos en cada lente de las gafas de modo que la lente derecha comprende un filtro que concuerda con o abarca las bandas de paso del filtro de canal derecho y la lente izquierda comprende un filtro que concuerda con o abarca las bandas de paso del filtro de canal izquierdo (cada una de las imágenes de canal izquierdo y derecho pretenden visualizarse por el ojo izquierdo o derecho correspondiente de un espectador a través de la lente/filtro de ojo izquierdo o derecho correspondiente de las gafas). Las gafas 1715 y el sistema 1700 pueden, por ejemplo, incluir cualquiera de las características, sistemas o dispositivos descritos en el documento de Richards y otros, una Solicitud de Patente de Estados Unidos titulada *METHOD AND SYSTEM FOR SHAPED GLASSES AND VIEWING 3D IMAGES*, No. de Serie 11/801,574, presentada el 9 de mayo de 2007, cuyos contenidos se incorporan a la presente memoria por referencia como si se establecieran específicamente.

El proyector 1705 recibe datos de imágenes para la proyección de un servidor 1780. El contenido 3D se provee al servidor 1780 desde, por ejemplo, una unidad de disco 1740. De manera alternativa, el contenido 3D puede transmitirse al proyector 1705 en un enlace de red 1755 seguro de, por ejemplo, un almacén de imágenes o estudio 1750. Otros múltiples proyectores (p.ej., en teatros alrededor del mundo, 1760₁...1760_n) pueden también alimentarse de conexiones de red similares u otras conexiones electrónicas o inalámbricas que incluyen redes inalámbricas, transmisión por satélite o difusiones de onda de radio de calidad (p.ej., Alta Definición o mejor radiodifusión).

El servidor 1780 incluye un módulo de corrección de color 1775 que lleva a cabo transformaciones matemáticas de color que se reproducirán por el proyector antes de la proyección de la imagen. Las transformaciones matemáticas utilizan datos de imagen para cada uno de los canales izquierdo y derecho y los transforman en parámetros coherentes con los colores primarios o bandas de paso del filtro de canal izquierdo o derecho correspondiente. La transformación matemática, o correcciones de color, ajusta la tonalidad de cada imagen y maximiza el espacio de color disponible y hace concordar el espacio de color con el punto blanco de proyector 1705 tanto como sea posible. La cantidad de corrección de color requerida cuando se usa la invención se reduce significativamente en comparación con la separación espectral convencional.

El contenido 3D con color corregido se transmite al proyector 1705. El contenido 3D incluye imágenes de canal izquierdo y derecho que conmutan a una velocidad lo suficientemente rápida de modo que se mezclan en una sola imagen 3D cuando se visualizan por un espectador a través de las gafas 1715. En algún punto en el trayecto óptico del sistema de proyección, se utilizan filtros según un ejemplo útil para comprender la presente invención. Por ejemplo, una rueda de filtros 1730 se coloca en un punto en el trayecto óptico más cercano a la fuente luminosa. La Figura 17B provee un ejemplo ilustrativo de una rueda de filtros 1730 en vistas frontal, lateral y en ángulo. Especificaciones para dimensiones y características físicas apropiadas de la rueda de filtros 1730 a modo de ejemplo incluyen, por ejemplo: un diámetro exterior (DE) 1732 de 125,00 mm +/- 0,15 mm, un orificio interior 1734 con un diámetro (DI) de 15,08 mm +/- 0,04 mm (es decir, por ejemplo, descentrado en no más de .075 mm) y un grosor de 1,00 mm - 1,20 mm. La rueda de filtros a modo de ejemplo incluye, por ejemplo, Material: *Borofloat* o Silicio Fundido, Filtro Monolítico, de 2 Secciones (p.ej., TIPO A, un primer filtro de canal, y TIPO B, un segundo filtro de canal), Máx. 3 mm de Transición No Definida, Apertura Clara: 1 mm de DE, 10 mm de DI, Calidad de Superficie: 80-50 donde el número de rayones tiene el ancho medido en micras, Fin de Borde: según se fabrica, Chips de Borde: menos de o igual a 1 mm. Todas dichas especificaciones son a modo de ejemplo y otras combinaciones de materiales, dimensiones y/o técnicas de construcción, etc., pueden utilizarse. De manera alternativa, un filtro electrónicamente conmutado 1725 se coloca, por ejemplo, después de la lente de proyección 1720.

Un controlador 1735 provee señales que mantienen la sincronización entre el filtro 1730 y la imagen que se proyecta. Por ejemplo, las características de un filtro de canal izquierdo según un ejemplo útil para comprender la presente invención son activas cuando una imagen de canal izquierdo se proyecta, y las características de un filtro de canal derecho según un ejemplo útil para comprender la presente invención son activas cuando una imagen de

5 canal derecho se proyecta. En el caso del filtro electrónicamente conmutado, el controlador señala la conmutación entre los filtros de canal izquierdo y derecho en sincronidad con las proyecciones de imagen izquierda y derecha. En la rueda de filtros, por ejemplo, el controlador mantiene una velocidad giratoria y sincronidad entre las imágenes de canal izquierdo y derecho y los filtros de canal izquierdo y derecho, respectivamente. La imagen mezclada según se visualiza a través de las gafas 1710 tiene un espacio de color y punto blanco que concuerdan, de manera cercana, con un espacio de color y punto blanco del proyector 1705 sin filtro 1730.

10 Según un ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee una rueda de filtros que tiene filtros de proyección de canal izquierdo y derecho allí dispuestos y que se coloca dentro de un proyector de películas entre la fuente luminosa y una varilla de integración del proyector de película. La ventaja de dicha colocación es que la cantidad de luz que atraviesa los componentes ópticos restantes se reduce y es menos probable que sobrecargue componentes electrónicos o de otro tipo sensibles (p.ej., DLP, LCOS u otros procesadores de luz o válvulas luminosas en el proyector), pero la cantidad de luz que abandona la proyección en el sistema es equivalente a ejemplos donde el filtro de proyección se coloca en ubicaciones más corriente abajo. De manera alternativa, la potencia de la fuente luminosa puede aumentar y resultar en una salida aumentada sin arriesgar la varilla de integración u otros componentes corriente abajo.

15 Ventajas adicionales de la colocación descrita del filtro incluyen que el filtro puede ser más pequeño que, como máximo, otros puntos en el parche de luz, y a un coste reducido en comparación con filtros más grandes. Y se descubre, en general, que las imágenes formadas después del filtrado son más nítidas que las imágenes formadas y luego filtradas.

20 En un ejemplo útil para comprender la presente invención, el filtro de proyección es una rueda de filtros donde aproximadamente 1/2 de la rueda tiene características de filtro de un filtro de canal izquierdo y aproximadamente 1/2 de la rueda tiene características de filtro de un filtro de canal derecho. La Tabla 1 especifica una especificación de rueda de filtros a modo de ejemplo para un filtro de múltiples bandas que tiene una sección de filtro de canal izquierdo y una sección de filtro de canal derecho. Los valores Delta que se muestran en la Tabla 1 especifican una pendiente (inclinación) de los bordes de banda. Los valores T50 especifican la longitud de onda en el borde de banda donde la transmisión de luz es del 50%. En las longitudes de onda de paso de banda, la transmisión es al menos del 90% y en las longitudes de onda de rechazo de banda la transmisión es menor que 0,5%. La rueda puede tener, por ejemplo, un diámetro de aproximadamente 125 mm de diámetro que es apropiado para la instalación en un proyector de Cine Digital (p.ej., proyector 705) entre la fuente luminosa y la varilla de integración.

30 Tabla 1

Especificación de Rueda de Filtros a Modo de Ejemplo			
Delta T _{0,5} T=0,5%	Delta T ₉₀ T=90%	Derecha T=50%	Izquierda T=50%
-	-	↑ < 430 nm	
< 8 nm	< 2 nm	↓ 440 nm +- 2 nm	
< 8 nm	< 2 nm		↑ 456 nm +- 2 nm
< 8 nm	< 2 nm		↓ 470 nm +- 2,5 nm
< 8 nm	< 2,5 nm	↑ 484 nm +- 2,5 nm	
< 10 nm	< 3 nm	↓ 498 nm +- 3 nm	
< 10 nm	< 3 nm	↑ 511 nm +- 3 nm	
< 10 nm	< 2,5 nm !	↓ 526 nm +- 2,5 nm	
< 10 nm	< 2,5 nm		↑ 538 nm +- 2,5 nm
< 10 nm	< 3 nm		↓ 554 nm +- 2,5 nm

ES 2 698 386 T3

< 10 nm	< 3 nm	↑568 nm +- 2,5 nm	
< 12 nm	< 3 nm	↓584 nm +- 3 nm	
< 12 nm	< 3 nm	↑610 nm +- 3 nm	
< 12 nm	< 3 nm	↓621 nm +- 3 nm	
< 12 nm	< 3 nm		↑635 nm +- 3 nm
-	-		↓>690 nm

Las especificaciones a modo de ejemplo de más arriba incluyen cierto predesplazamiento hacia el azul coherente con la solicitud de patente de Richards y otros citada más arriba. Sin embargo, la inclusión del desplazamiento hacia el azul y otras características no se requiere.

- 5 La Tabla 2 especifica un conjunto a modo de ejemplo de filtros de visualización que concuerdan (o abarcan las bandas de paso de los filtros de proyector pero también incluyen una pequeña cantidad de desplazamiento hacia el rojo). Los filtros incluyen un filtro de múltiples bandas para el canal izquierdo (o lente de ojo izquierdo) y un filtro de múltiples bandas para el canal derecho (o lente de ojo derecho). Los valores Delta especifican la pendiente (inclinación) de los bordes de banda. Los valores T50 especifican la longitud de onda en el borde de banda donde la transmisión de luz es del 50%. En las longitudes de onda de paso de banda la transmisión es al menos del 90% y en las longitudes de onda de rechazo de banda la transmisión es menor que 0,5%. Dichos filtros se colocan, por ejemplo, en las lentes izquierda y derecha de las gafas 1715.

10

Tabla 2

Filtros de Visualización a Modo de Ejemplo			
Delta T _{0,5} T=0,5%	Delta T ₉₀ T=90%	Derecha T=50%	Izquierda T=50%
-	-	↑< 430 nm	
< 12 nm	< 3 nm	↓442 nm +- 3 nm	
< 12 nm	< 3 nm		↑458 nm +- 3 nm
< 12 nm	< 3 nm		↓472 nm +- 3 nm
< 16 nm	< 4 nm	↑486 nm +- 3 nm	
< 16 nm	< 4 nm	↓528 nm +- 3 nm	
< 16 nm	< 4 nm		↑540 nm +- 3 nm
< 16 nm	< 4 nm		↓557 nm +- 3 nm
< 20 nm	< 5 nm	↑571 nm +- 3 nm	
< 22 nm	< 6 nm	↓624 nm +- 4 nm	
< 23 nm	< 6 nm		↑637 nm +- 5 nm

Filtros de Visualización a Modo de Ejemplo			
Delta T _{0,5} T=0,5%	Delta T ₉₀ T=90%	Derecha T=50%	Izquierda T=50%
-	-		↓>700 nm

La Figura 18 es un dibujo de una disposición de filtro fijo en un sistema de dos proyectores 1800 según un ejemplo útil para comprender la presente invención. Las imágenes de canal izquierdo y derecho se derivan, decodifican, recuperan o reconstruyen a partir de datos almacenados en una unidad de disco 1840 (o recibirse de una red apropiada o recepción de transmisión) por un servidor 1880. La corrección de color según se describe más arriba puede también aplicarse (no se muestra).

Las imágenes de canal izquierdo y derecho decodificadas con color corregido (si fuera aplicable) se proyectan entonces de forma simultánea desde proyectores de canal izquierdo y derecho 1805A y 1805B en la pantalla 1810 para la visualización a través de gafas 1715. Un filtro de canal derecho 1820A que tiene características de banda de paso según se describe más arriba se usa para filtrar la imagen de canal derecho proyectada. Un filtro de canal izquierdo 1820B que tiene características de banda de paso según se describe más arriba se usa para filtrar la imagen de canal izquierdo proyectada. Los filtros de canal derecho e izquierdo son filtros fijos (p.ej., filtros con características que no cambian con el tiempo) y se construyen, por ejemplo, a partir de un sustrato claro (p.ej., cristal) cubierto con capas apropiadas para producir las bandas de paso para las características de filtro de canal izquierdo o derecho deseadas. El filtro fijo puede colocarse en el proyector en cualquier punto en el trayecto óptico, o puede colocarse fuera del proyector más allá de la lente de proyección como se muestra en la Figura 18.

Aunque algunos ejemplos útiles para comprender la presente invención se han descrito principalmente como unos que aumentan el espacio de color mediante el aumento del número de bandas de paso en las longitudes de onda azules y verdes (y entrelazado de dichas bandas de paso entre los canales izquierdo y derecho), dichos ejemplos no deben limitarse al aumento del número de bandas de paso en el mismo número o en las mismas longitudes de onda que las descritas de manera específica en la presente memoria y deben incluir cualquier número de bandas de paso aumentadas en cualquier longitud de onda que pueda pasar el filtro de proyección. Por ejemplo, en lugar de dividir el primario azul en tres subpartes (2 subpartes en un canal y una parte en el otro canal); el primario azul puede dividirse en cuatro o más subpartes (p.ej., 3 subpartes en un canal y 2 subpartes en el otro canal). Además, la división de subpartes según se describe en la presente memoria puede llevarse a cabo en cualquiera de las longitudes de onda disponibles y puede, por lo tanto, extenderse hacia las longitudes de onda rojas. Además, la descripción de más arriba no debe verse como una que limita las implementaciones de en donde las subpartes adicionales de las bandas azules y verdes se encuentran necesariamente en el mismo canal, dado que dichos ejemplos pueden practicarse teniendo dos subpartes de azul en un primer canal, una subparte de azul en un segundo canal, dos subpartes de verde en el segundo canal y una subparte de verde en el primer canal. Lo mismo también se extiende lógicamente a ejemplos con más de tres subpartes donde las subpartes adicionales pueden encontrarse en cualquiera de las bandas de color y cualquiera de los canales.

En incluso otro ejemplo, las menciones con respecto a lentes de cristal curvas que tienen un radio de curvatura de 50 mm es a modo de ejemplo y cualquier otro radio puede utilizarse siempre que el radio no se extienda hacia el infinito (haciendo que las gafas sean planas o esencialmente planas). Por ejemplo, un radio de 40 mm o un radio de 80 mm o más (p.ej., incluso de hasta 200 mm) pueden proveer alternativas apropiadas y no disminuir una cantidad inaceptable de los beneficios del radio de curvatura de 50 mm descrito. En una realización, un radio de curvatura de las lentes de cristal es de 90 mm (de manera alternativa, de aproximadamente 90 mm) que representa una compensación aceptable teniendo en cuenta el coste y la dificultad de recubrimiento de lentes con una cantidad mayor de curvatura sin disminuir demasiado sustancialmente los beneficios de lentes ópticamente curvas.

Varias realizaciones no restrictivas y a modo de ejemplo de la invención se describen ahora, incluidas, por ejemplo, gafas de visualización que comprenden un sustrato no plano (p.ej., lentes no planas), con filtros espectralmente complementarios (de forma alternativa, los filtros son para dos canales de modo que el filtro de un primer canal pasa bandas de luz del primer canal y bloquea bandas de luz del segundo canal y viceversa). Las gafas de visualización según la presente invención comprenden una primera lente que tiene un primer filtro espectral y una segunda lente que tiene un segundo filtro espectral espectralmente complementario al primer filtro espectral y, en algunas realizaciones, la primera y segunda lentes se curvan, cada una, para reducir el desplazamiento de longitud de onda que ocurre cuando se visualiza una imagen en un ángulo diferente de un ángulo normal a través de la lente. En varias realizaciones, la curva de cada lente comprende, por ejemplo, cualquiera de: un radio centrado en la pupila del espectador, un radio centrado detrás de la pupila del espectador, una forma no esférica, una forma cilíndrica, incluye múltiples radios, una función matemática predeterminada, curvaturas prescritas. En una realización, los filtros espectrales tienen un grosor que varía por la ubicación en la lente. Los filtros espectrales según la presente

invencción comprenden múltiples capas dieléctricas, y las capas dieléctricas tienen un grosor de capa aumentado hacia los bordes de las lentes como, por ejemplo, para desplazar hacia el rojo las características de filtro en los bordes de los filtros. En otra realización, los filtros de visualización comprenden un sustrato no plano. En una realización, al menos uno de los filtros espectralmente complementarios comprende, por ejemplo, una sola banda de paso configurada para pasar dos bandas de luz de diferentes colores. En una realización, al menos uno de los filtros espectralmente complementarios comprende una sola banda de paso configurada para pasar dos colores de luz diferentes. En una realización, los filtros espectralmente complementarios se configuran para visualizar una visualización 3D que, por ejemplo, puede comprender un reflejo fuera de una pantalla de cine. En una realización, los filtros espectralmente complementarios comprenden, por ejemplo, un primer filtro que tiene un conjunto de bandas de paso primarias que comprenden una primera banda de paso configurada para pasar tanto una banda de luz verde como una banda de luz roja, y una segunda banda de paso configurada para pasar tanto una banda de luz azul como una banda de luz verde. En una realización, los filtros espectralmente complementarios comprenden un primer filtro que comprende un primer conjunto de bandas de paso primarias que comprenden una banda de paso configurada para pasar tanto una banda de luz verde como una banda de luz roja, y un segundo filtro que comprende un segundo conjunto de bandas de paso primarias que comprenden una banda de paso configurada para pasar tanto una banda de luz azul como una banda de luz verde. En una realización, los filtros espectralmente complementarios comprenden un primer filtro que tiene un conjunto de 3 bandas de paso configuradas para pasar un conjunto de más de 3 bandas de luz de color primario. En una realización, los filtros espectralmente complementarios comprenden un primer filtro que comprende un primer conjunto de bandas de paso configuradas para pasar un primer conjunto de bandas de luz primarias y un segundo filtro que comprende un segundo conjunto de bandas de paso configuradas para pasar un segundo conjunto de bandas de luz primarias, en donde el primer conjunto de bandas de luz primarias y el segundo conjunto de bandas de luz primarias son mutuamente excluyentes. Además, el primer conjunto de bandas de paso y el segundo conjunto de bandas de paso pueden, por ejemplo, separarse por bandas de guarda que tienen un ancho calculado para mantener la separación entre las bandas de luz primarias cuando se visualizan a través de los filtros de visualización y compensar el desplazamiento hacia el azul debido a un ángulo de visualización de las bandas de luz primarias a través de los filtros de visualización. En una realización, al menos una de las bandas de paso abarca al menos dos de las bandas de luz primarias.

En otra realización, se proveen gafas de visualización de separación espectral que comprenden una primera lente que comprende un primer filtro espectral y una segunda lente que comprende un segundo filtro espectral espectralmente complementario al primer filtro espectral, en donde el primer filtro espectral y el segundo filtro espectral tienen al menos una banda de guarda entre porciones adyacentes del espectro de los filtros espectrales y el ancho de banda de la banda de guarda se calcula según una cantidad de desplazamiento hacia el azul que ocurre cuando se visualizan porciones de las imágenes espectralmente separadas en un ángulo a través de las lentes. En una realización, la banda de guarda tiene un ancho de banda suficiente para reducir la diafonía de imágenes espectralmente separadas visualizadas a través de las gafas. La banda de guarda comprende, por ejemplo, aproximadamente 2% o más de una longitud de onda de un punto de cruce de porciones adyacentes de los filtros espectrales.

En un ejemplo útil para comprender la presente invencción, se provee un sistema de visualización de separación espectral que comprende gafas de visualización según una realización de la presente invencción, que comprende una primera lente que tiene un primer filtro espectral y una segunda lente que tiene un segundo filtro espectral espectralmente complementario al primer filtro espectral, en donde los filtros espectrales incluyen una banda de guarda entre porciones adyacentes del espectro de la primera y segunda lentes, y las lentes tienen una curvatura configurada para hacer que los ángulos de incidencia de luz en los bordes de las lentes sean más cercanos a los normales cuando se comparan con lentes planas. La curvatura de las lentes es, por ejemplo, esférica. En varios otros ejemplos, el sistema de visualización además comprende, por ejemplo, un sistema de proyección configurado para proyectar una primera y segunda imágenes espectralmente separadas, y la primera y segunda imágenes espectralmente separadas se visualizan, cada una, respectivamente, a través de los filtros espectrales de las gafas de visualización según una realización de la presente invencción. El sistema de visualización puede también además comprender, por ejemplo, múltiples pares de dichas gafas de visualización, cada par de gafas de visualización asignándose a un espectador individual en una audiencia de cine, y el primer y segundo filtros se disponen en lentes de cada par de gafas.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invencción, se provee un método que comprende las etapas de proyectar una primera y segunda imágenes espectralmente separadas en una pantalla de visualización, visualizar las imágenes proyectadas a través de un par de gafas según una realización de la presente invencción, con una primera lente que tiene un primer filtro espectral diseñado para usarse con la primera imagen espectralmente separada y una segunda lente que tiene un segundo filtro espectral diseñado para usarse con la segunda imagen espectralmente separada, y en donde los filtros espectrales se configuran para tener una cantidad de efecto de desplazamiento de longitud de onda según un ángulo de visualización a través de la lente. En una realización, las porciones adyacentes del espectro del primer y segundo filtros espectrales se separan por una banda de guarda que comprende un ancho de banda calculado para una ubicación de visualización central y suficiente para eliminar la diafonía para la visualización normal desde los bordes de la pantalla de visualización. En incluso otra realización, los filtros espectrales comprenden múltiples bandas de guarda que separan, cada una, un conjunto diferente de espectros adyacentes en el primer y segundo filtros, y un ancho de banda de cada banda de guarda se determina

según una función de una longitud de onda de cruce de los espectros adyacentes y un ángulo de visualización con respecto a un borde de la pantalla de visualización. La pantalla de visualización es, por ejemplo, una pantalla de cine.

- 5 En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema de visualización 3D que comprende medios para proyectar imágenes espectralmente separadas, medios, según la presente invención, para visualizar las imágenes espectralmente separadas a través de diferentes canales oculares, y medios, según la presente invención, para compensar desplazamientos de longitud de onda que ocurren debido a ángulos de visualización con respecto a porciones de las imágenes. En una realización, los medios de compensación incluyen, por ejemplo, medios para ajustar una cantidad de filtrado espectral llevado a cabo según el ángulo de visualización.
- 10 En otra realización, los medios de compensación incluyen, por ejemplo, medios para producir una discordancia de longitud de onda entre filtros de proyector usados para proyectar las imágenes espectralmente separadas y filtros de ojo usados para visualizar las imágenes espectralmente separadas, en donde la discordancia compensa una cantidad de desplazamiento de longitud de onda que ocurre en los filtros de ojo debido a la luz que incide en los filtros de ojo en ángulos no normales.
- 15 En incluso otro ejemplo, se provee un sistema de visualización que comprende gafas con forma según una realización de la presente invención, que comprende un par de filtros espectralmente complementarios izquierdo y derecho respectivamente dispuestos en lentes curvas izquierda y derecha de las gafas, y un sistema de visualización configurado para visualizar imágenes izquierda y derecha espectralmente separadas respectivamente configuradas para visualizarse a través de los filtros complementarios izquierdo y derecho, en donde cada imagen espectralmente separada comprende al menos un ancho de banda de luz que concuerda aproximadamente con al menos una banda de paso de su filtro correspondiente. El sistema de visualización además comprende, por ejemplo, un proyector configurado para visualizar las imágenes izquierda y derecha espectralmente separadas con una cantidad predeterminada de predesplazamiento hacia el azul. En una realización, los filtros espectralmente complementarios comprenden bandas de guarda entre espectros adyacentes de los filtros espectralmente complementarios. Las gafas con forma del sistema de visualización se utilizan, por ejemplo, para visualizar proyecciones con color desplazado de imágenes espectralmente complementarias. En una realización, las gafas con forma del sistema de visualización incluyen patillas de marco y un puente diseñado para flexionarse mediante la implementación de un ángulo diedro ajustable entre las lentes. Una cantidad del cambio de ángulo diedro debido a la flexión es, por ejemplo, de aproximadamente 5 grados.
- 20 En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un método que comprende las etapas de distribuir gafas con forma según una realización de la presente invención a miembros de la audiencia; y proyectar una primera y una segunda imágenes espectralmente complementarias en una pantalla de visualización dentro de la visión de los miembros de la audiencia, en donde las gafas con forma comprenden una primera y segunda lentes con forma que tienen un primer y segundo filtros espectralmente complementarios respectivamente allí dispuestos, y el primer y segundo filtros espectralmente complementarios corresponden, respectivamente, en ancho de banda a la primera y segunda imágenes espectralmente complementarias proyectadas. En una realización, la correspondencia de ancho de banda del primer filtro espectralmente complementario pasa colores en un primer canal de una proyección y bloquea colores en un segundo canal de la proyección, y la correspondencia de ancho de banda del segundo filtro espectralmente complementario pasa colores en un segundo canal de una proyección y bloquea colores en un primer canal de la proyección.
- 25 En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un medio de almacenamiento que tiene un rendimiento visual allí almacenado que, cuando se carga en un reproductor de medios acoplado a un dispositivo de visualización, hace que el reproductor de medios transmita el rendimiento visual para la visualización al dispositivo de visualización, en donde el rendimiento visual comprende imágenes espectralmente separadas configuradas para la visualización respectivamente a través de canales oculares independientes mediante el uso de filtros curvos espectralmente separadas según una realización de la presente invención. El medio de almacenamiento se preempaqueta, por ejemplo, con al menos un par de gafas que tienen lentes curvas en las cuales se disponen filtros curvos espectralmente separados. Las imágenes espectralmente separadas se muestran, por ejemplo, por el dispositivo de visualización mediante el uso de filtros que se desplazan hacia el azul en comparación con el filtrado que ocurre a través de la visualización de ángulo normal de los filtros curvos espectralmente separados. Las imágenes espectralmente separadas se separan, por ejemplo, por una banda de guarda configurada para compensar la discordancia de espectros entre las imágenes proyectadas y las propiedades de filtros usados para visualizar las imágenes proyectadas. La combinación del predesplazamiento hacia el azul, lentes curvas y bandas de guarda elimina, de forma eficaz, la diafonía cuando se visualizan las imágenes.
- 30 En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema para visualizar imágenes 3D que comprende servir contenido 3D en una red a un dispositivo electrónico de recepción y proyectar el contenido 3D a un dispositivo de visualización, en donde el contenido 3D comprende imágenes espectralmente complementarias que se pretende que se visualicen con gafas con forma. El dispositivo electrónico de recepción comprende, por ejemplo, un sistema de visualización ubicado en un cine. En un ejemplo, el contenido 3D proyectado se proyecta con una cantidad predeterminada de desplazamiento hacia el azul.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un método para visualizar una imagen 3D que comprende las etapas de proyectar imágenes filtradas izquierda y derecha en una pantalla y filtrar las imágenes izquierda y derecha para cada una de las propiedades espectralmente específicas correspondientes a la imagen antes de la visualización en la pantalla, en donde el filtrado se lleva a cabo con un filtro que tiene características que se desplazan una cantidad configurada para compensar un desplazamiento de longitud de onda que ocurre cuando un espectador observa la pantalla. El desplazamiento de longitud de onda comprende, por ejemplo, un desplazamiento hacia el azul que ocurre debido a ángulos de visualización (que puede ser, por ejemplo, un desplazamiento hacia el azul que ocurre en características de un filtro de ojo usado para visualizar las imágenes o, como otro ejemplo, un desplazamiento hacia el azul que ocurre en gafas de visualización filtradas según una realización de la presente invención cuando se visualiza cualquiera de las imágenes a través de las gafas de visualización filtradas en un ángulo diferente de un ángulo normal). Las propiedades espectralmente específicas correspondientes a la imagen comprenden, por ejemplo, un conjunto de longitudes de onda correspondientes a las imágenes derechas y un conjunto complementario de longitudes de onda correspondientes a las imágenes izquierdas.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un filtro de proyector que comprende un primer filtro que tiene un primer conjunto de bandas de paso primarias y un segundo filtro que tiene un segundo conjunto de bandas de paso primarias, en donde el primer conjunto de bandas de paso primarias tiene un número de bandas de paso primarias diferente del segundo filtro. En un ejemplo, el primer filtro tiene, por ejemplo, al menos dos bandas de paso primarias azules y el segundo filtro tiene al menos una banda de paso primaria azul. En otro ejemplo, el primer filtro tiene, por ejemplo, al menos dos bandas de paso primarias verdes y el segundo filtro tiene al menos una banda de paso primaria azul. En otro ejemplo, el primer filtro tiene, por ejemplo, dos primarios azules y dos primarios verdes y el segundo filtro tiene un primario azul y un primario verde. En otro ejemplo, el primer filtro tiene, por ejemplo, longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 400 a 440 nm, 484 a 498 nm, 514 a 528 nm, 567 a 581 nm y 610 a 623 nm. El segundo filtro tiene, por ejemplo, longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 455 a 471 nm, 539 a 556 nm y 634 a 700 nm. Las especificaciones de longitud de onda de banda de paso tienen una tolerancia de, por ejemplo, aproximadamente ± 5 nm. En un ejemplo, las bandas de paso primarias del primer filtro excluyen longitudes de onda que pasa el segundo filtro. En un ejemplo, las bandas de paso primarias de los filtros se seleccionan para maximizar la reproducción de un espacio de color de un proyector. El espacio de color de proyector es, por ejemplo, el espacio de color de un proyector de Cine Digital. En un ejemplo, el filtro de proyector es un filtro electrónicamente conmutable que conmuta entre el primer y segundo filtros según una señal de sincronización de imagen.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema para la proyección de imágenes 3D espectralmente separadas que comprende un sistema de proyección configurado para proyectar imágenes de canal izquierdo y derecho para la visualización por un espectador, un filtro colocado en al menos un trayecto de luz del sistema de proyección que comprende un filtro de canal izquierdo y un filtro de canal derecho, en donde al menos uno de los filtros de canal izquierdo y derecho tiene más de 3 bandas de paso primarias. En un ejemplo, uno de los filtros de canal izquierdo y derecho tiene al menos 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda azules. En un ejemplo, uno de los filtros de canal izquierdo y derecho tiene al menos 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda verdes. En un ejemplo, uno de los filtros de canal de ojo izquierdo y derecho tiene al menos 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda azules y al menos 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda verdes. En un ejemplo, las bandas de paso primarias de los filtros se seleccionan para maximizar la reproducción de un espacio de color del sistema de proyección en imágenes proyectadas por el sistema de proyección. En un ejemplo, el sistema además comprende un módulo de corrección de color configurado para corregir el color de imágenes proyectadas por el sistema de proyección según un espacio de color de los filtros. De manera alternativa, el módulo de corrección de color se configura para corregir el color de imágenes según un espacio de color de luz que pasa el filtro.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un par de filtros de separación espectral de proyector y se configuran para dividir un primario de proyector azul en tres subpartes, un primario de proyector verde en tres subpartes y un primario de proyector rojo en dos subpartes. Uno de los filtros tiene, por ejemplo, dos bandas de paso en azul, dos bandas de paso en verde y una sola banda de paso en rojo, y el otro filtro tiene una banda de paso en azul, una banda de paso en verde y una banda de paso en rojo. En otro ejemplo, uno de los filtros tiene, por ejemplo, dos bandas de paso en azul, dos bandas de paso en verde y solo una banda de paso en rojo, y el otro filtro tiene solo una banda de paso en azul, solo una banda de paso en verde y solo una banda de paso en rojo. En un ejemplo, uno de los filtros tiene, por ejemplo, dos bandas de paso en azul, una banda de paso en verde y una banda de paso en rojo, y el otro filtro tiene una banda de paso en azul, dos bandas de paso en verde y una banda de paso en rojo. En otro ejemplo, uno de los filtros tiene, por ejemplo, dos bandas de paso en azul, solo una banda de paso en verde y solo una banda de paso en rojo, y el otro filtro tiene solo una banda de paso en azul, dos bandas de paso en verde y solo una banda de paso en rojo. En un ejemplo, uno de los filtros tiene una banda de paso en azul, dos bandas de paso en verde y una banda de paso en rojo, y el otro filtro tiene dos bandas de paso en azul, una banda de paso en verde y una banda de paso en rojo. En otro ejemplo, uno de los filtros tiene solo una banda de paso en azul, dos bandas de paso en verde y solo una banda de paso en rojo, y el otro filtro tiene dos bandas de paso en azul, solo una banda de paso en verde y solo una banda de paso en rojo. En un ejemplo, las

bandas de paso de subparte se ubican para lograr una concordancia sustancial con un espacio de color original y punto blanco de un proyector de Cine Digital sin filtro.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un conjunto de filtros de color que comprende un primer filtro que tiene un primer conjunto de bandas de color primario, un segundo filtro que tiene un segundo conjunto de bandas de color primario de diferentes longitudes de onda en comparación con el primer conjunto de colores primarios, en donde el primer filtro tiene más de un color primario en al menos una banda de color. El conjunto de filtros se realiza, por ejemplo, como un conjunto de filtros electrónicamente conmutables. En un ejemplo, el conjunto de filtros de color es parte de un sistema de proyección 3D y las bandas de paso primarias del primer y segundo filtros se seleccionan para maximizar la reproducción de un espacio de color del sistema de proyección 3D sin el primer y segundo filtros. En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un método que comprende las etapas de preparar una imagen 3D que comprende una imagen izquierda y una imagen derecha, filtrar la imagen izquierda con un filtro de canal izquierdo, filtrar la imagen derecha con un filtro de canal derecho y proyectar las imágenes filtradas izquierda y derecha en una pantalla, en donde al menos uno del filtro de canal izquierdo y filtro de canal derecho tiene más de 3 bandas de paso primarias. Uno de los filtros de canal izquierdo y derecho comprende, por ejemplo, 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda azules y 2 bandas de paso primarias en longitudes de onda verdes. En un ejemplo, el método además comprende, por ejemplo, una etapa de visualización de la imagen 3D proyectada a través de filtros de visualización izquierdo y derecho según una realización de la presente invención que tiene bandas de paso que excluyen, respectivamente, bandas de paso del filtro de canal derecho y el filtro de canal izquierdo. En otro ejemplo, el método además comprende, por ejemplo, una etapa de conmutación de los filtros de canal izquierdo y derecho en sincronización con la proyección de imágenes de canal izquierdo y derecho de la imagen 3D.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema de visualización 3D que comprende un primer conjunto de filtros asimétricos que comprende un filtro de proyección y un filtro de visualización según una realización de la presente invención. En un ejemplo, el sistema de visualización 3D puede además comprender, por ejemplo, un segundo conjunto de filtros asimétricos en donde el primer conjunto de filtros asimétricos se posiciona en un trayecto óptico del sistema y se configura para pasar longitudes de onda de un primer canal del sistema y el segundo conjunto de filtros se configura para pasar longitudes de onda de un segundo canal del sistema. En otra realización, el filtro de visualización incluye bandas de paso que abarcan bandas de paso del filtro de proyección. En incluso otra realización, el filtro de visualización incluye, por ejemplo, bandas de paso que aproximadamente abarcan bandas de paso del filtro de proyección; y las bandas de paso del filtro de proyección se desplazan hacia el azul en comparación con las bandas de paso del filtro de visualización.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un sistema de filtros asimétricos que comprende un primer conjunto de filtros que comprende un primer conjunto de bandas de paso ópticas, un segundo conjunto de filtros que comprende un segundo conjunto de bandas de paso ópticas diferente del primer conjunto de bandas de paso ópticas y que abarca el primer conjunto de bandas de paso ópticas. En un ejemplo, el primer conjunto de filtros se encuentra corriente arriba en un trayecto óptico con respecto al segundo conjunto de filtros. En otro ejemplo, el primer conjunto de filtros comprende un filtro de proyección y el segundo conjunto de filtros comprende un filtro de visualización según una realización de la presente invención. En otro ejemplo, el primer conjunto de bandas de paso ópticas comprende un conjunto de bandas de paso ópticas de canal derecho y un conjunto de bandas de paso ópticas de canal izquierdo que excluye cualquier porción del conjunto de bandas de paso ópticas de canal derecho. En otro ejemplo, el segundo conjunto de bandas de paso ópticas incluye un conjunto de bandas de paso ópticas de canal izquierdo y un conjunto de bandas de paso ópticas de canal derecho que excluye cualquier porción de las bandas de paso ópticas de canal izquierdo.

En incluso otro ejemplo útil para comprender la presente invención, se provee un método que comprende las etapas de proveer una audiencia de teatro con un par de gafas de visualización 3D según una realización de la presente invención y que comprende lentes izquierda y derecha que comprenden respectivamente filtros de visualización izquierdo y derecho, y proyectar imágenes izquierda y derecha en una pantalla de visualización mediante el uso de filtros de proyección izquierdo y derecho, en donde el filtro de proyección izquierdo y el filtro de visualización izquierdo comprenden un primer conjunto de filtros asimétricos y el filtro de proyección derecho y el filtro de visualización derecho comprenden un segundo conjunto de filtros asimétricos. En una realización, un número total de bandas de paso en los filtros de visualización es menor que un número total de bandas de paso en los filtros de proyección. En un ejemplo, los filtros de proyector comprenden bandas de paso que dividen longitudes de onda de luz azul en al menos tres subpartes azules y que dividen longitudes de onda verdes en al menos dos subpartes verdes. En una realización, un filtro de visualización en uno de los conjuntos de filtros asimétricos comprende una banda de paso que abarca longitudes de onda en la subparte azul de longitud de onda más larga y longitudes de onda en una subparte verde. En un ejemplo, los filtros de proyector comprenden bandas de paso que dividen longitudes de onda de luz verde en al menos tres subpartes y dividen la luz roja en al menos dos subpartes rojas, y un filtro de visualización en uno de los conjuntos de filtros asimétricos comprende una banda de paso que abarca una subparte verde de longitud de onda más larga y una subparte roja. En un ejemplo, los filtros de proyector comprenden bandas de paso que dividen longitudes de onda de luz azul en al menos tres subpartes y longitudes de onda de la luz verde en al menos tres subpartes, y un filtro de visualización en uno de los conjuntos de filtros asimétricos comprende una banda de paso que abarca una subparte azul de longitud de onda más larga y una subparte verde de longitud de onda más corta. En una realización, los filtros de proyector comprenden bandas de

paso que dividen longitudes de onda de luz verde en al menos tres subpartes y longitudes de onda de luz roja en al menos tres subpartes, y un filtro de visualización en uno de los conjuntos de filtros asimétricos comprende una banda de paso que abarca una subparte verde de longitud de onda más larga y una subparte roja de longitud de onda más corta. En una realización, cada filtro de visualización comprende tres bandas de paso que comprenden, exclusivamente, una banda de paso que incluye longitudes de onda azules, una banda de paso que incluye longitudes de onda verdes y una banda de paso que incluye longitudes de onda rojas. En un ejemplo, los filtros de proyector comprenden 3 bandas de paso, cada una en longitudes de onda de luz verde y azul y dos bandas de paso en longitudes de onda rojas. En una realización, los filtros de visualización comprenden, cada uno, exclusivamente, tres bandas de paso, una banda de paso de longitudes de onda azules, una banda de paso de longitudes de onda verdes y una banda de paso de longitudes de onda rojas. Otras realizaciones a modo de ejemplo se han provisto a lo largo de la presente descripción.

En incluso otra realización, se provee un filtro que es configurable en un dispositivo de gafas de un sistema de visualización 3D espectralmente separado que comprende un conjunto de bandas de paso y bandas de bloqueo configuradas para pasar luz en donde al menos una de las bandas de paso puede pasar bandas de 2 colores de luz diferentes y las bandas de bloqueo se configuran para bloquear luz en al menos una banda de luz en cada uno de los 2 colores diferentes. En una realización, la banda de paso que puede pasar bandas de 2 colores de luz diferentes no pasa luz en un tercer color. En una realización, las bandas de 2 colores de luz diferentes se separan por una ranura. La ranura es, por ejemplo, una banda (una banda de ranura) no utilizada por el sistema de visualización 3D para la transmisión de luz. En una realización, la banda de ranura es, por ejemplo, relativamente estrecha en comparación con las bandas de 2 colores de luz diferentes. En otra realización, el ancho de banda de la banda de ranura es similar a un ancho de banda de al menos una de las bandas de 2 colores de luz diferentes. En una realización, la banda de ranura abarca una transición de longitudes de onda de un primero de los 2 colores de luz diferentes a longitudes de onda de un segundo de los dos colores de luz diferentes. En una realización, los 2 colores de luz diferentes comprenden luz azul y luz verde y el tercer color comprende rojo. En una realización, los 2 colores de luz diferentes comprenden luz roja y luz verde y el tercer color comprende azul. En una realización, el filtro se dispone en un sustrato curvo. En una realización, el filtro se dispone en un sustrato curvo que tiene un radio de aproximadamente 90 mm. En una realización, el filtro se dispone en una lente curva que tiene un radio de aproximadamente 40 mm a 200 mm.

En una realización, se provee un filtro que comprende solo 3 bandas de paso de luz visible mutuamente excluyentes, una primera banda de paso configurada para pasar solo un primer color de luz, una segunda banda de paso configurada para pasar 2 colores de luz adyacentes de espectro que comprenden el primer color de luz y un segundo color de luz, y una tercera banda de paso configurada para pasar 2 colores de luz adyacentes de espectro que comprenden el segundo color de luz y un tercer color de luz. En una realización, el primero, segundo y tercer colores de luz son, por ejemplo, azul, verde y rojo, respectivamente. En otra realización, el primero, segundo y tercer colores de luz son rojo, verde y azul, respectivamente. El filtro se dispone, por ejemplo, en una lente configurable como un filtro de canal en un par de gafas de visualización 3D.

Al describir las realizaciones preferidas de la presente invención ilustrada en los dibujos, se emplea terminología específica en aras de la claridad. Sin embargo, la presente invención no pretende limitarse a la terminología específica seleccionada y se comprenderá que cada elemento específico incluye todos los equivalentes técnicos que funcionan en una manera similar.

Por ejemplo, cuando se describe un filtro de proyector utilizado en ejemplos que son útiles para comprender la presente invención, cualquier otro dispositivo equivalente o dispositivo que tenga una función o capacidad equivalente, ya sea que se encuentre o no enumerado en la presente memoria, puede sustituirse por aquel. En otro ejemplo, cuando se describe una capa dieléctrica utilizada en realizaciones de la presente invención, cualquier otro material usado como filtro y que muestre un desplazamiento de longitud de onda sustancial (p.ej., recubrimientos de nanomaterial), ya sea que se usen solos o en combinación con otros para tener una función o capacidad equivalente, ya sea que se encuentren o no enumerados en la presente memoria, puede sustituirse por aquella. En otro ejemplo, una pieza puente flexible puede sustituirse por cualquier mecanismo apropiado para ajustar un ángulo diedro de la lente, incluido un mecanismo de trinquete, topes cargados por resorte, etc. En incluso otro ejemplo, las lentes según la presente invención pueden construirse con vidrio, plástico o cualquier otro material que provea las formas adecuadas según se describe más arriba.

Además, los inventores reconocen que tecnologías recientemente desarrolladas que ahora no se conocen pueden también sustituirse para las partes descritas y aún no apartarse del alcance de la presente invención. Todos los otros artículos descritos, incluidos, pero sin limitación, lentes, capas, filtros, ruedas, pantallas, dispositivos de visualización, bandas de paso, recubrimientos, gafas, controladores, proyectores, pantallas de visualización, redes u otras capacidades de transmisión, etc., deben también considerarse a la luz de todos los equivalentes disponibles.

La presente invención puede comprender, consistir en o consistir esencialmente, de manera apropiada, en cualquier elemento (las varias partes o características de la invención) y sus equivalentes según se describe en la presente memoria. Además, la presente invención descrita en la presente memoria de forma ilustrativa puede practicarse en ausencia de cualquier elemento, ya sea que se encuentre descrito o no específicamente en la presente memoria. Obviamente, numerosas modificaciones y variaciones de la presente invención son posibles a la luz de las

enseñanzas de más arriba. Se comprenderá, por lo tanto, que dentro del alcance de las reivindicaciones anexas, la invención puede practicarse de manera diferente a como se describe específicamente en la presente memoria.

5 Porciones de los ejemplos descritos pueden implementarse de forma conveniente mediante el uso de un ordenador digital especializado o de propósito general convencional o microprocesador programado según las enseñanzas de la presente descripción, como será aparente para las personas con experiencia en la técnica de la informática (p.ej., control de un filtro de proyección de predesplazamiento hacia el azul electrónicamente conmutado).

10 Los ejemplos descritos pueden incluir un producto de programa de ordenador que es un medio (medios) de almacenamiento que incluye, pero sin limitación a ello, cualquier tipo de disco que incluye discos flexibles, minidiscos (MD's), discos ópticos, DVD, HD-DVD, Blue-ray, CD-ROMS, microunidad, y discos magneto-ópticos, ROM, RAM, EPROM, EEPROM, DRAM, VRAM, dispositivos de memoria flash (incluidas tarjetas flash, memoria USB), tarjetas magnéticas u ópticas, tarjetas SIM, MEMS, nanosistemas (incluidos CI de memoria molecular), dispositivos RAID, almacenamiento/archivos/almacenes de datos remotos, o cualquier tipo de medios o dispositivos apropiados para almacenar instrucciones y/o datos. Los ejemplos descritos pueden incluir software para controlar aspectos de la presente descripción que incluyen, por ejemplo, la conmutación de filtros predesplazados hacia el azul o llevar a cabo la corrección de color almacenada en cualquier medio (medios) legible(s) por ordenador.

15 Además, dichos medios pueden incluir o contener, de forma exclusiva, contenido preparado o listo para la visualización según la presente invención. Dicho contenido se lee, por ejemplo, de los medios y luego se transmite electrónicamente en una red, se radiodifunde en el aire, o se transmite por cable, alambre o cualquier otro mecanismo. Finalmente, el contenido de dichos medios puede proveerse a un dispositivo de visualización y luego visualizarse según uno o más aspectos de la invención. El contenido, por ejemplo, se prepara u optimiza para proyectar imágenes que tienen anchos de banda optimizados para los procesos de visualización descritos en la presente memoria. Dichos medios también pueden empaquetarse con gafas y/o filtros preparados según uno o más de los varios aspectos de la invención según se describe más arriba.

20 La presente invención puede comprender, consistir en o consistir esencialmente, de manera apropiada, en cualquier elemento (las varias partes o características de la invención, p.ej., lentes con forma, grosores variables de capa dieléctrica, etc.) y/o cualquier equivalente. Además, la presente invención descrita en la presente memoria de forma ilustrativa puede practicarse en ausencia de cualquier elemento, ya sea que se encuentre o no específicamente descrito en la presente memoria. Obviamente, numerosas modificaciones y variaciones de la presente invención son posibles a la luz de las enseñanzas de más arriba. Se comprenderá, por lo tanto, que dentro del alcance de las reivindicaciones anexas, la invención puede practicarse de manera diferente a como se describe específicamente en la presente memoria.

25 Algunos aspectos de ejemplos que son útiles para comprender la presente invención se definen en la lista de ejemplos enumerados (EE) en las siguientes páginas 22-24 de la descripción.

30 Los filtros de visualización según EE1-EE10 se utilizan en gafas de visualización 3D según realizaciones de la presente invención.

Los filtros según EE11-EE12 se utilizan en gafas de visualización 3D según realizaciones de la presente invención.

EE1. Los filtros de visualización comprenden un sustrato no plano y filtros espectralmente complementarios.

35 EE2. Los filtros de visualización según EE1, en donde el sustrato no plano comprende una superficie curva configurada para reducir un desplazamiento de longitud de onda que ocurre cuando se visualiza una imagen en un ángulo diferente de un ángulo normal a través de los filtros.

EE3. Los filtros de visualización según EE2, en donde la superficie curva comprende un radio de aproximadamente 40 mm - 200 mm.

EE4. Los filtros de visualización según EE2, en donde la superficie curva comprende un radio de aproximadamente 90 mm.

40 EE5. Los filtros de visualización según EE1, en donde el sustrato no plano incluye al menos una curvatura de prescripción.

EE6. Los filtros de visualización según EE1, en donde al menos uno de los filtros espectralmente complementarios comprende una sola banda de paso configurada para pasar dos colores de luz diferentes.

45 EE7. Los filtros de visualización según EE6, en donde los filtros espectralmente complementarios se configuran para visualizar una pantalla 3D.

EE8. Los filtros de visualización según EE1, en donde:

los filtros espectralmente complementarios comprenden un primer filtro que tiene un conjunto de bandas de paso primarias que comprenden

una primera banda de paso configurada para pasar tanto una banda de luz verde como una banda de luz roja, y una segunda banda de paso configurada para pasar tanto una banda de luz azul como una banda de luz verde.

5 EE9. Los filtros de visualización según EE1, en donde los filtros espectralmente complementarios comprenden un primer filtro que tiene un conjunto de 3 bandas de paso configuradas para pasar un conjunto de más de 3 bandas de luz de color primario.

EE10. Los filtros de visualización según EE1, en donde:

10 los filtros espectralmente complementarios comprenden un primer filtro que comprende un primer conjunto de bandas de paso configuradas para pasar un primer conjunto de bandas de luz primarias y un segundo filtro que comprende un segundo conjunto de bandas de paso configuradas para pasar un segundo conjunto de bandas de luz primarias, en donde el primer conjunto de bandas de luz primarias y el segundo conjunto de bandas de luz primarias son mutuamente excluyentes;

al menos una de las bandas de paso abarca al menos dos de las bandas de luz primarias; y

15 el primer conjunto de bandas de paso y el segundo conjunto de bandas de paso se separan por bandas de guarda que tienen un ancho calculado para mantener la separación entre las bandas de luz primarias cuando se visualizan a través de los filtros de visualización y compensar el desplazamiento hacia el azul debido a un ángulo de visualización de las bandas de luz primarias a través de los filtros de visualización.

20 EE11. Un filtro que comprende tres bandas de paso de luz visible excluyentes entre sí, una primera banda de paso configurada para pasar solo un primer color de luz, una segunda banda de paso configurada para pasar dos colores de luz adyacentes de espectro que comprenden el primer color de luz y un segundo color de luz, y una tercera banda de paso configurada para pasar dos colores de luz adyacentes de espectro que comprenden el segundo color de luz y un tercer color de luz.

EE12. El filtro según EE11, en donde:

el filtro comprende un primer filtro dispuesto en una primera lente de un par de gafas de visualización 3D y un segundo filtro que es espectralmente complementario al primer filtro;

25 los filtros espectralmente complementarios representan un desplazamiento hacia el azul que ocurre cuando se visualizan imágenes en ángulos fuera de lo normal mediante ambos de, una combinación de bandas de guarda entre bandas de paso del primer filtro y bandas de paso del segundo filtro, y una curvatura de las lentes; y

la curvatura de las lentes comprende un radio de aproximadamente 40 mm a 200 mm.

EE13. Un sistema de visualización, que comprende:

30 gafas que comprenden un par de filtros izquierdo y derecho espectralmente complementarios dispuestos en las gafas; y

un sistema de visualización configurado para mostrar imágenes izquierda y derecha espectralmente separadas configuradas, respectivamente, para la visualización a través de los filtros izquierdo y derecho espectralmente complementarios;

35 en donde al menos una banda de luz ausente de al menos una de las imágenes espectralmente complementarias pasa por su filtro correspondiente.

EE14. El sistema de visualización según EE13, en donde la al menos una banda de luz ausente de al menos una de las imágenes espectralmente separadas se encuentra entre colores adyacentes y no pasa por el otro filtro.

40 EE15. El sistema de visualización según EE13, en donde la al menos una banda de luz ausente de al menos una de las imágenes espectralmente separadas es una banda de luz entre al menos una de las bandas de luz azul y verde y bandas de luz verde y roja.

EE16. El sistema según EE13, en donde el sistema de visualización comprende un proyector configurado para visualizar las imágenes izquierda y derecha espectralmente separadas con una cantidad predeterminada de predesplazamiento hacia el azul.

45 EE17. Un sistema de visualización 3D que comprende un primer conjunto de filtros asimétricos que comprende un filtro de proyección y un filtro de visualización.

EE18. El sistema de visualización 3D según EE17, en donde el conjunto de filtros no es simétrico en el número de bandas de paso.

- EE19. El sistema de visualización 3D según EE17, en donde los anchos de banda y el número de bandas de paso de cada filtro no son iguales.
- 5 EE20. El sistema de visualización 3D según EE17, que además comprende un segundo conjunto de filtros asimétricos en donde el primer conjunto de filtros asimétricos se posiciona en un trayecto óptico del sistema y se configura para pasar longitudes de onda de un primer canal del sistema y el segundo conjunto de filtros se configura para pasar longitudes de onda de un segundo canal del sistema.
- EE21. El sistema de visualización 3D según EE17, en donde el filtro de visualización incluye bandas de paso que aproximadamente abarcan bandas de paso del filtro de proyección; y
- 10 las bandas de paso del filtro de proyección se predesplazan hacia el azul en comparación con las bandas de paso del filtro de visualización.
- EE22. El sistema de visualización 3D según EE17, en donde el filtro de proyección comprende al menos un canal configurado para pasar múltiples bandas de paso primarias para una luz del mismo color.
- EE23. El sistema de visualización 3D según EE17, en donde el filtro de proyección comprende al menos un canal que comprende al menos dos bandas de paso de luz en colores adyacentes.
- 15 EE24. El sistema de visualización 3D según EE23, en donde las bandas de paso de luz en colores adyacentes se separan por una ranura de bloqueo.
- EE25. El sistema de visualización 3D según EE24, en donde los filtros de visualización comprenden canales de banda de paso que abarcan, aproximadamente, las bandas de paso del filtro de proyector que incluye la ranura de bloqueo de modo de si la ranura de bloqueo no estuviera presente, la luz que pasa el filtro de proyección en las
- 20 longitudes de onda de la ranura de bloqueo también atravesaría las gafas de visualización.
- EE26. Un sistema de filtros, que comprende:
- un filtro de proyector, que comprende,
- un conjunto de primeras bandas de paso de canal y un conjunto de segundas bandas de paso de canal configuradas para pasar luz,
- 25 un conjunto de bandas de guarda configuradas para bloquear luz entre bandas de paso adyacentes de diferentes canales, y
- al menos una banda de ranura entre colores adyacentes de un mismo canal configurado para bloquear luz entre los colores adyacentes.
- 30 EE27. El sistema de filtro según EE26, que comprende un conjunto de filtros de visualización que incluye un primer filtro de visualización de canal y un segundo filtro de visualización de canal, en donde el filtro de visualización correspondiente al canal de la banda de ranura pasa longitudes de onda de luz correspondientes a la banda de ranura.
- EE28. El sistema de filtro según EE26, en donde el filtro de proyección se dispone en un disco configurado para instalarse en un proyector de Cine Digital, y la al menos una banda de ranura comprende una de una banda de
- 35 ranura azul-verde y una banda de ranura verde-roja.
- EE29. El sistema de filtro según EE26, en donde la al menos una banda de ranura comprende al menos dos bandas de ranura que comprenden una banda de ranura azul-verde y una banda de ranura verde-roja.
- EE30. El sistema de filtro según EE29, en donde al menos dos de las bandas de ranura se encuentran en el mismo canal.
- 40 EE31. El sistema de filtro según EE29, en donde al menos una de las bandas de ranura se encuentra en cada canal.
- EE32. El sistema de filtro según EE26 en donde el primer conjunto de bandas de paso de canal tiene un número de bandas de paso primarias diferente del segundo conjunto de bandas de paso de canal.
- EE33. El sistema de filtro según EE26, en donde las primeras bandas de paso de canal comprenden longitudes de onda de aproximadamente 400 a 440 nm, 484 a 498 nm, 514 a 528 nm, 567 a 581 nm y 610 a 623 nm.
- 45 EE34. El sistema de filtro según EE26, en donde las segundas bandas de paso de canal comprenden longitudes de onda de aproximadamente 455 a 471 nm, 539 a 556 nm y 634 a 700 nm.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Gafas de visualización 3D que comprenden un filtro de separación espectral de canal derecho y un filtro de separación espectral de canal izquierdo, en donde los filtros son espectralmente complementarios entre sí y comprenden múltiples capas dieléctricas que tienen un grosor de capa aumentado hacia los bordes de los filtros para desplazar hacia el rojo las características de filtro en los bordes de los filtros.
2. Las gafas de visualización 3D según la reivindicación 1, en donde el desplazamiento hacia el rojo se usa para compensar un desplazamiento hacia el azul provocado por un cambio de ángulo en los bordes del campo de visión a través de los filtros.
- 10 3. Las gafas de visualización 3D según la reivindicación 1 o reivindicación 2, en donde cada uno de los filtros se cubre sobre una superficie curva.
4. Las gafas de visualización 3D según la reivindicación 3, en donde la superficie curva comprende un radio de aproximadamente 40 mm - 200 mm.
- 15 5. Las gafas de visualización 3D según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde las gafas comprenden un marco que mantiene los cristales en un ángulo diedro, y en donde un puente del marco se flexiona según el tamaño de la cabeza del usuario para ajustar, de manera automática, el ángulo diedro.
- 20 6. Las gafas de visualización 3D según la reivindicación 5, en donde un tamaño de cabeza de usuario más pequeño lleva a un ángulo diedro más pequeño y un tamaño de cabeza de usuario más grande lleva a un ángulo diedro más grande.
7. Las gafas de visualización 3D según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde bandas de guarda entre el filtro de separación espectral de canal derecho y el filtro de separación espectral de canal izquierdo son mayores que aproximadamente 2% de una longitud de onda de cruce izquierda/derecha.
- 25 8. Las gafas de visualización 3D según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde un primero de los filtros comprende una primera banda de paso que abarca de por debajo de aproximadamente 430 nm a aproximadamente 442 nm, una segunda banda de paso que abarca de aproximadamente 486 nm a aproximadamente 528 nm y una tercera banda de paso que abarca de aproximadamente 571 nm a aproximadamente 624 nm.
9. Las gafas de visualización 3D según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde un segundo de los filtros comprende una primera banda de paso que abarca de aproximadamente 458 nm a aproximadamente 472 nm, una segunda banda de paso que abarca de aproximadamente 540 nm a aproximadamente 557 nm y una región de transmisión adicional que abarca de aproximadamente 637 nm a por encima de aproximadamente 700 nm.
- 30 10. Las gafas de visualización 3D según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde las gafas comprenden un marco flexible y/o un marco plástico.
11. El uso de las gafas de visualización 3D según cualquiera de las reivindicaciones 1-10 para visualizar imágenes espectralmente separadas, en donde al menos una de las imágenes espectralmente separadas se produce mediante el uso de 5 bandas de longitud de onda de luz.
- 35 12. El uso según la reivindicación 11, en donde los filtros de separación espectral comprenden bandas de paso que se desplazan hacia el rojo en comparación con bandas de longitud de onda correspondientes en al menos una de las imágenes espectralmente separadas.
- 40 13. El uso según la reivindicación 11 o reivindicación 12, en donde al menos una longitud de onda cortada de una banda de paso en los filtros de separación espectral se desplaza hacia el rojo en comparación con una longitud de onda correspondiente en al menos una de las imágenes espectralmente separadas que se visualizará.

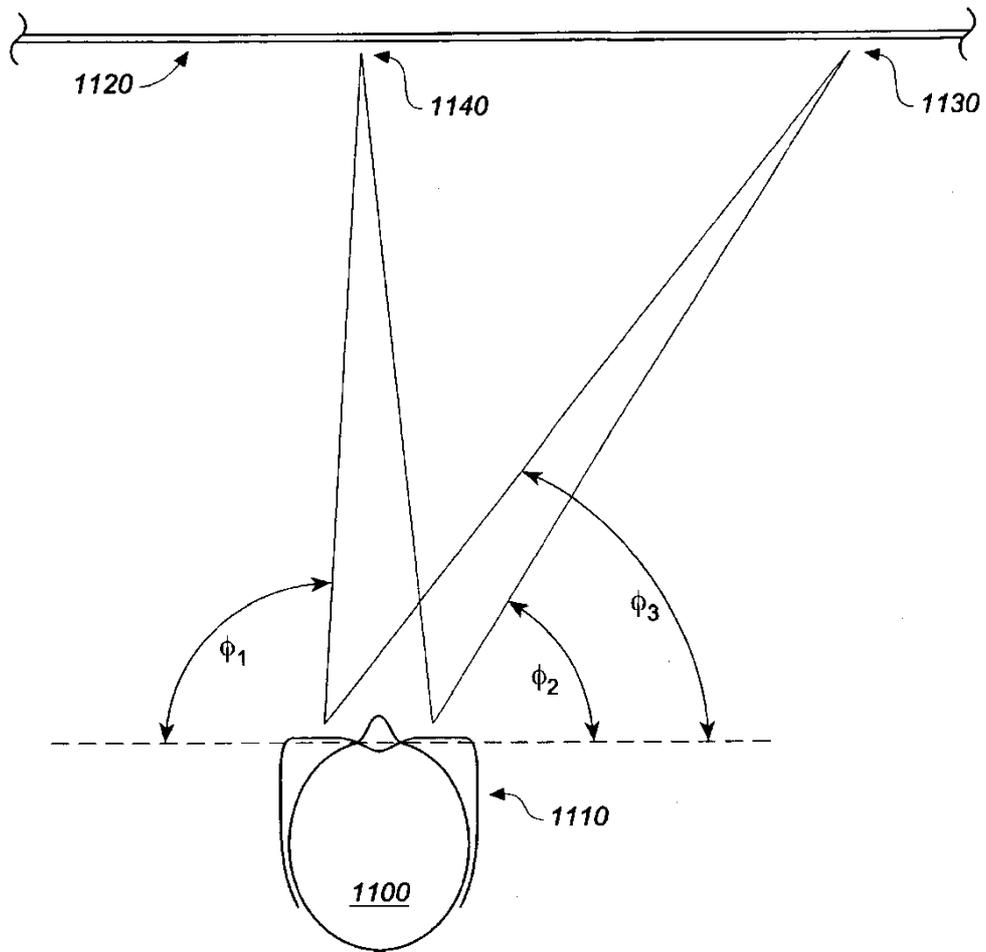


FIG. 1A

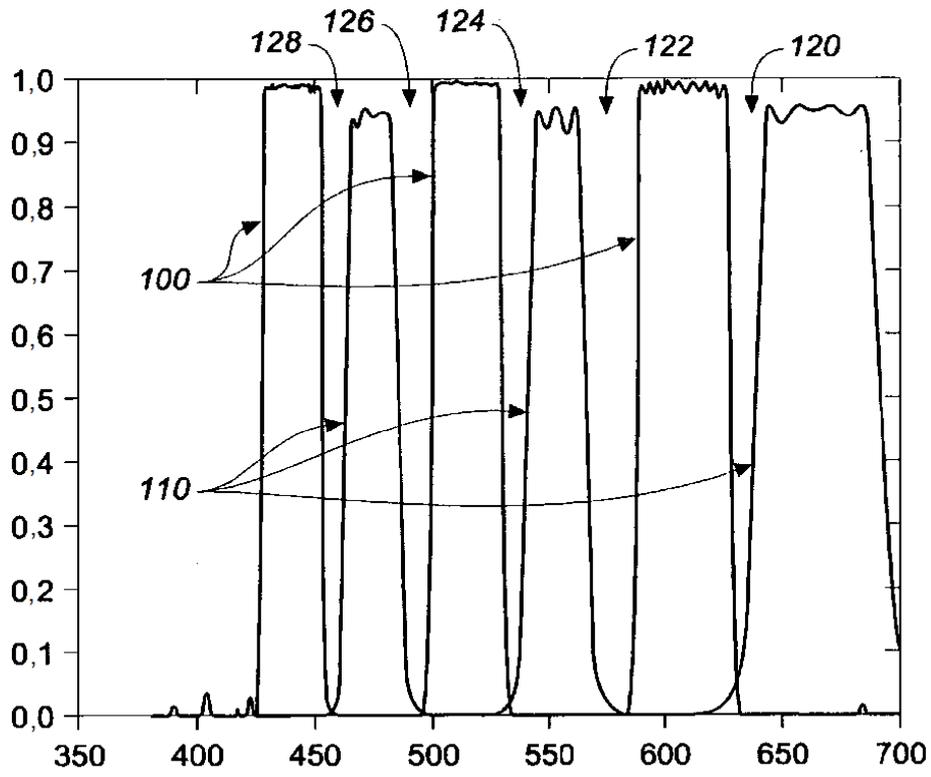


FIG. 1B

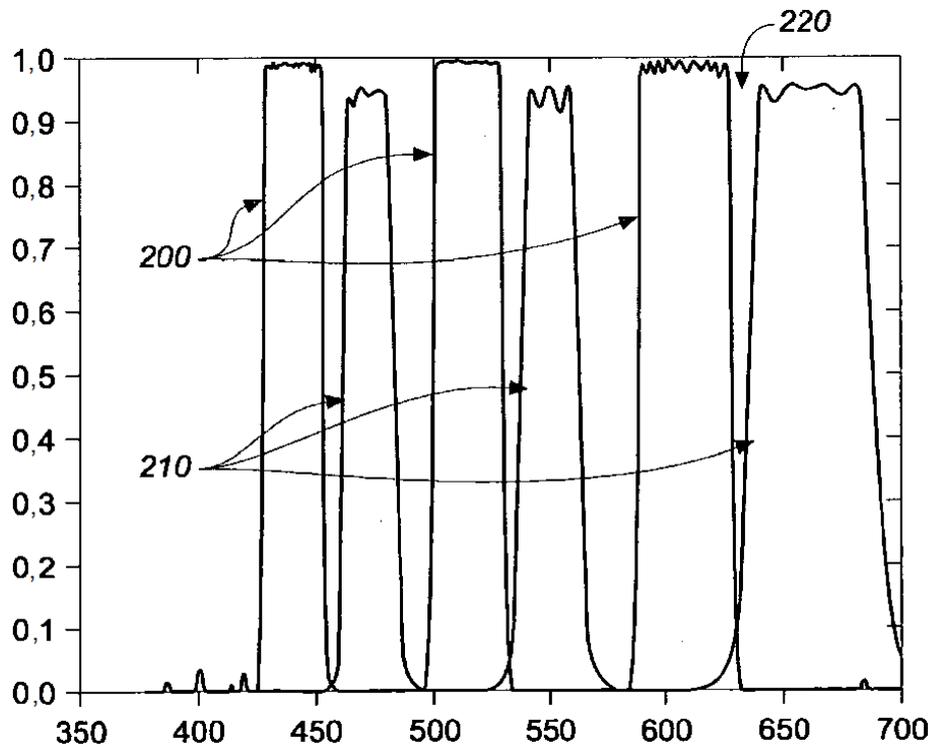


FIG. 2

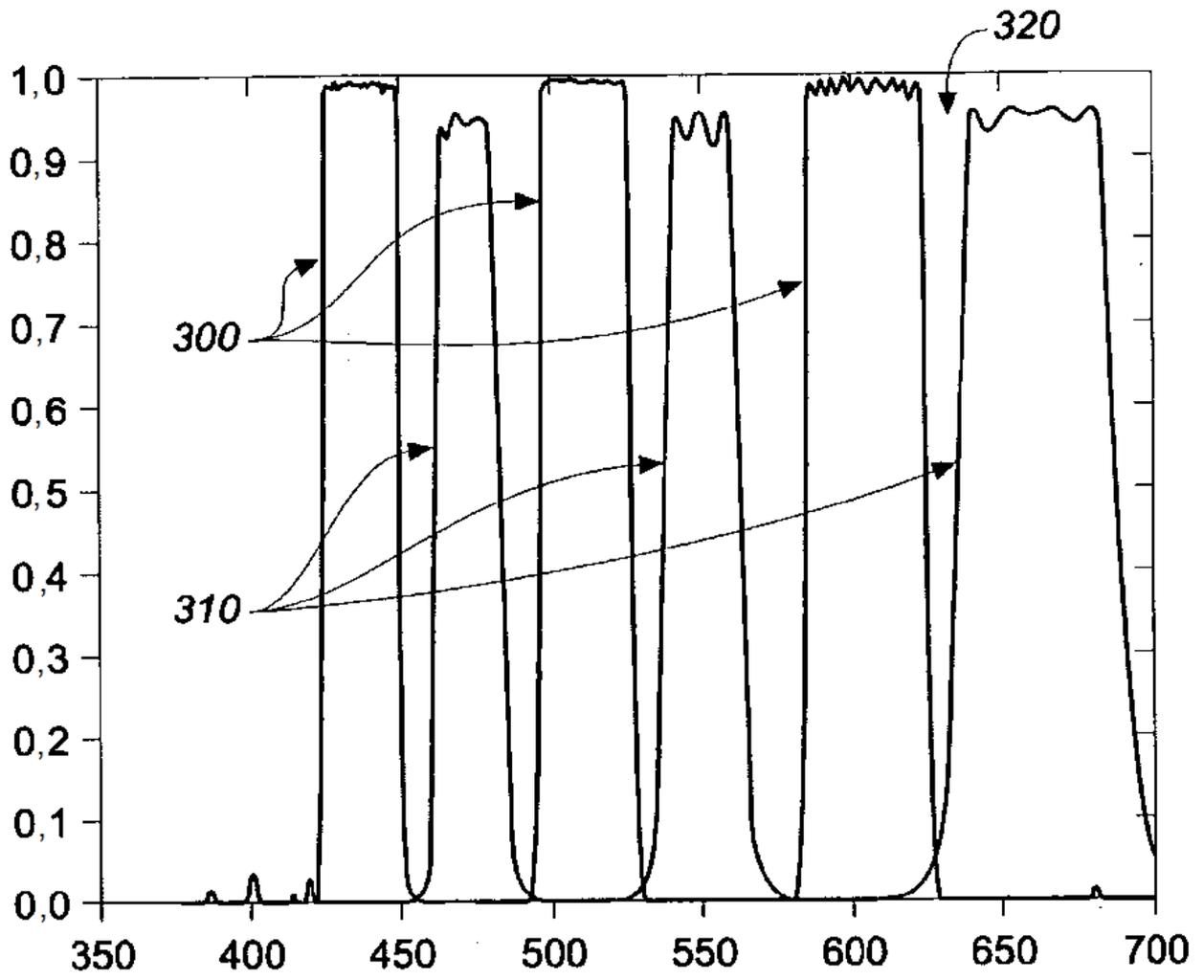
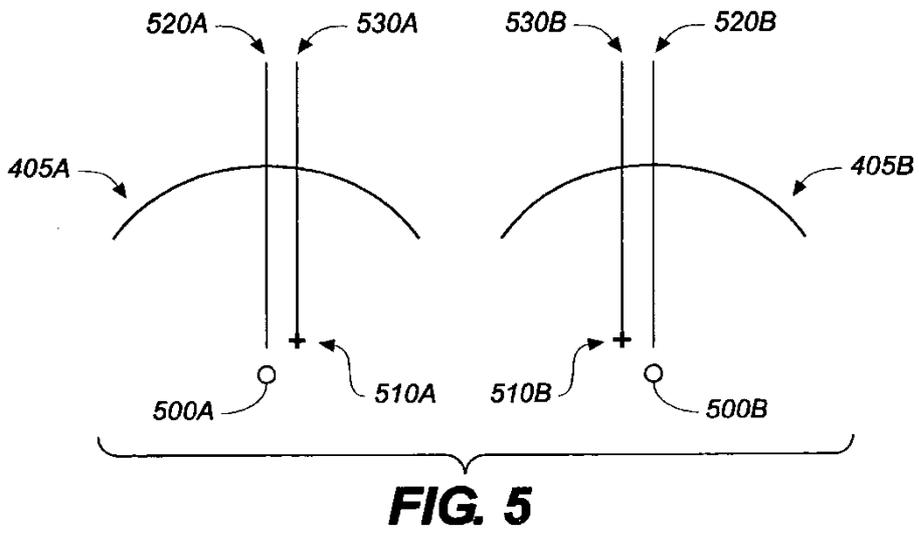
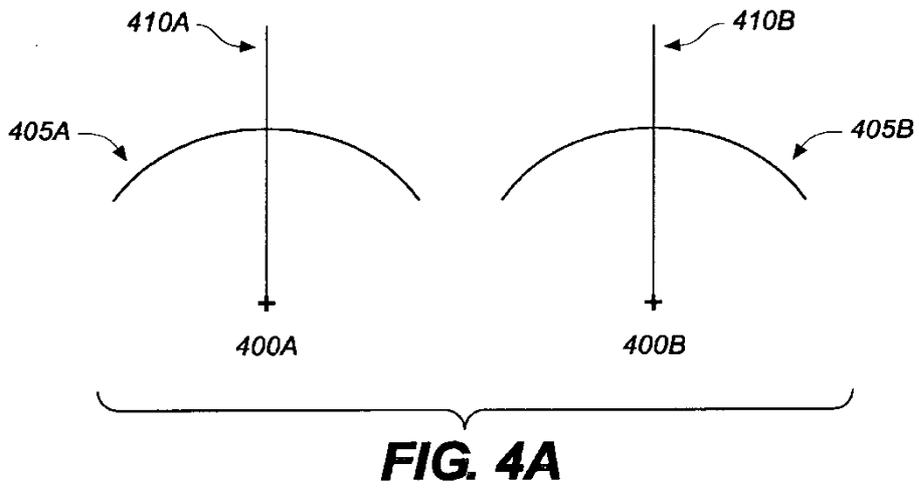


FIG. 3



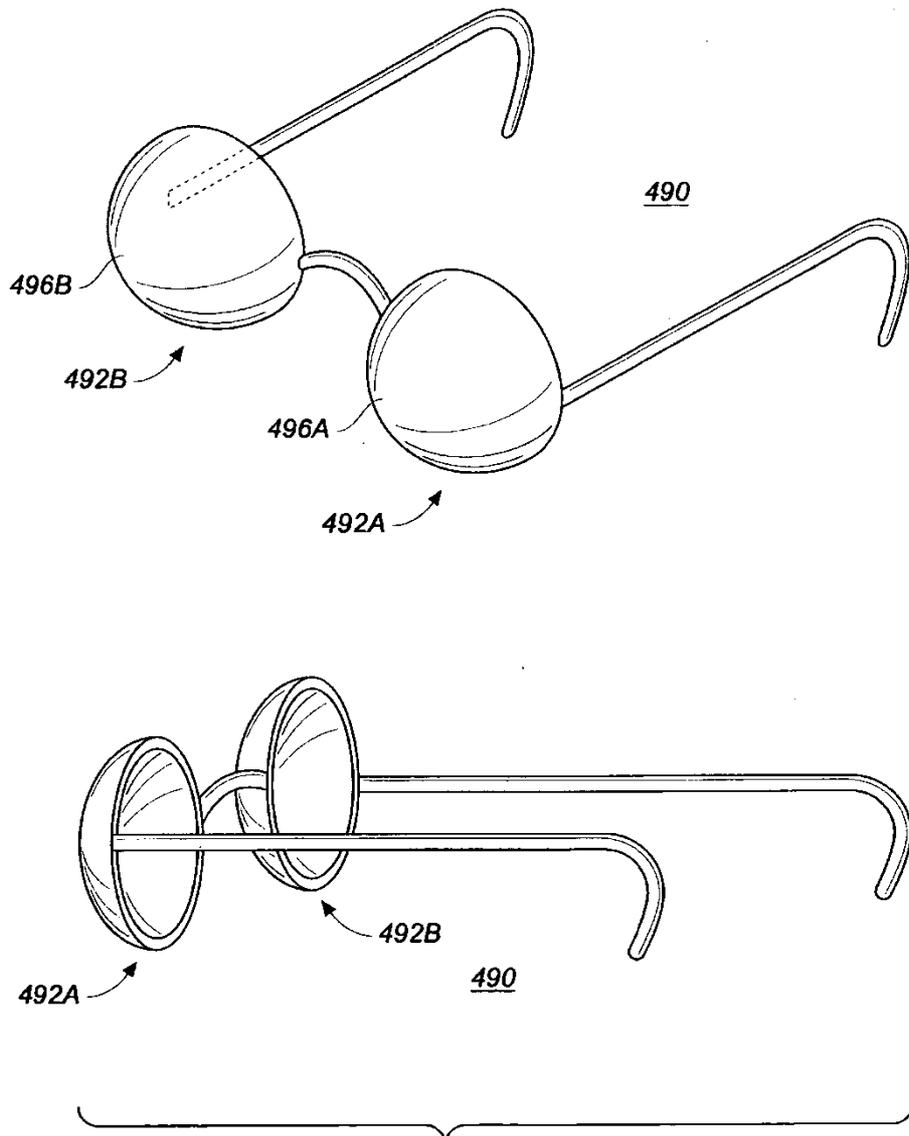


FIG. 4B

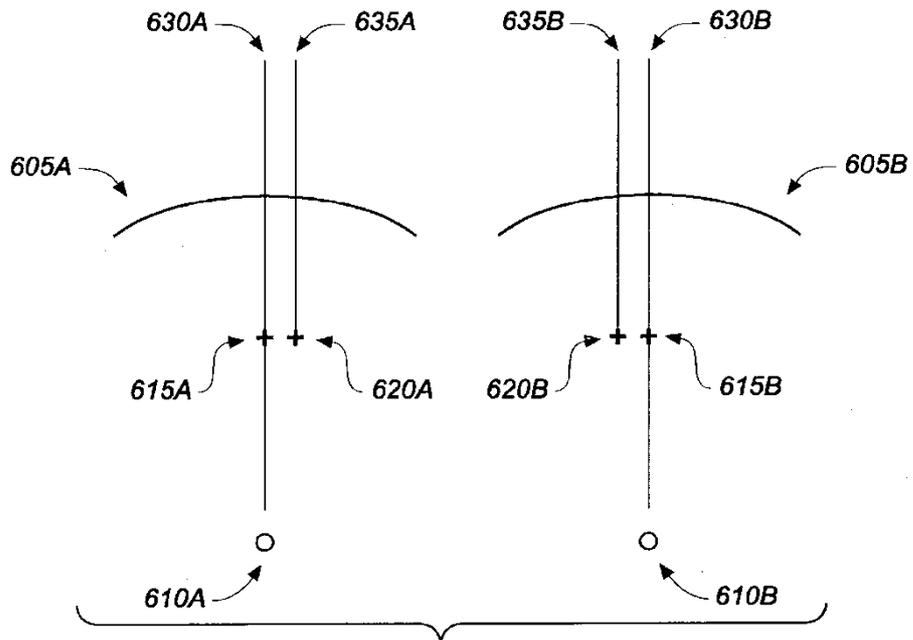


FIG. 6

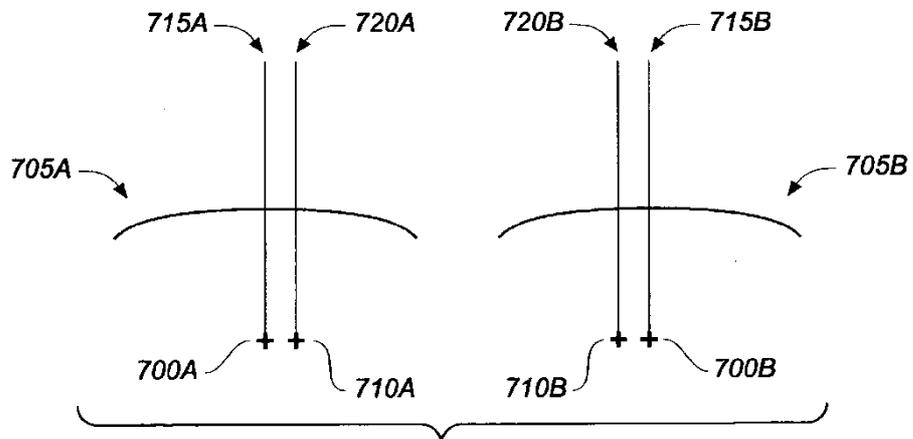
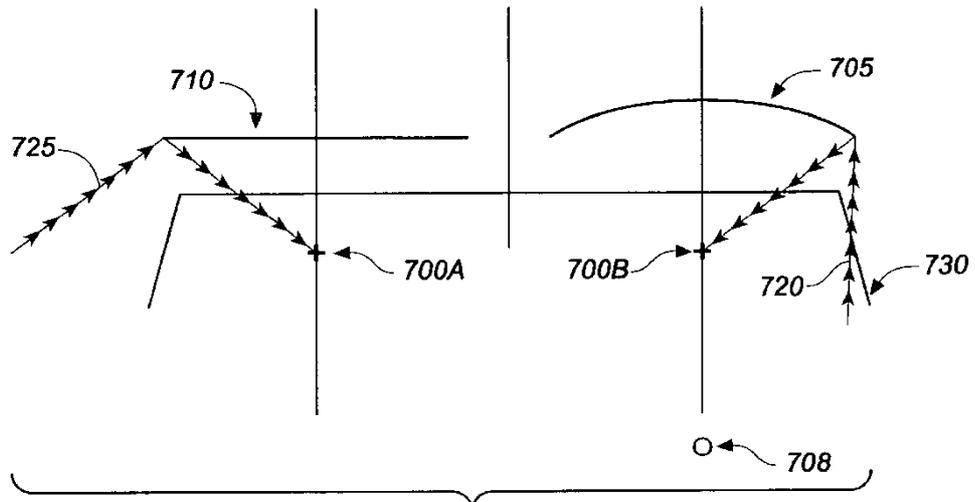


FIG. 7



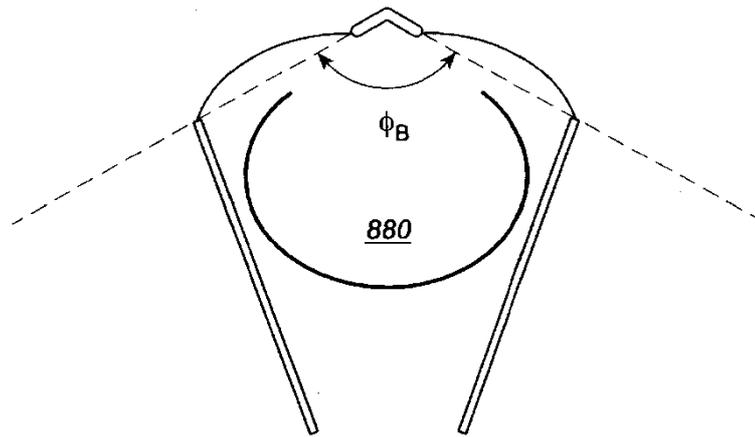
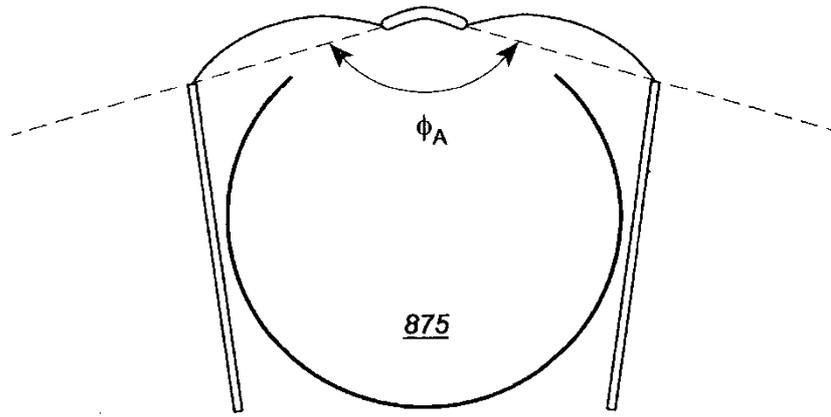


FIG. 8B

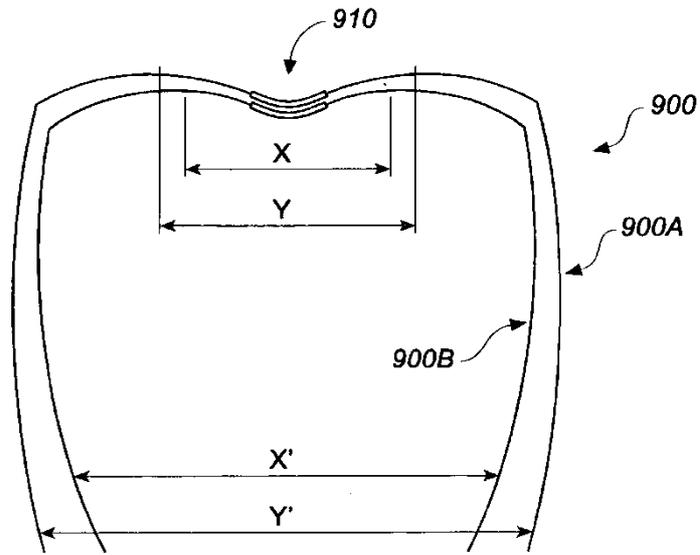


FIG. 9

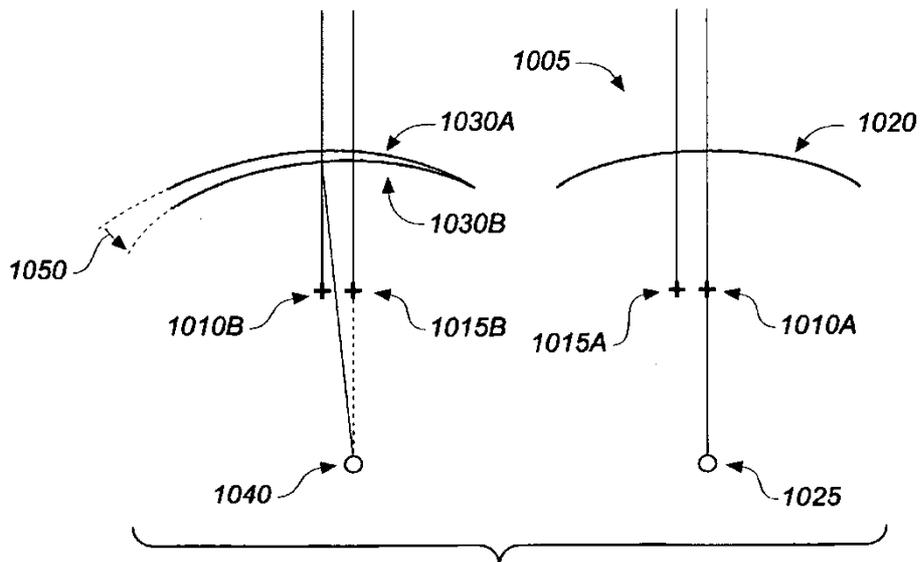


FIG. 10

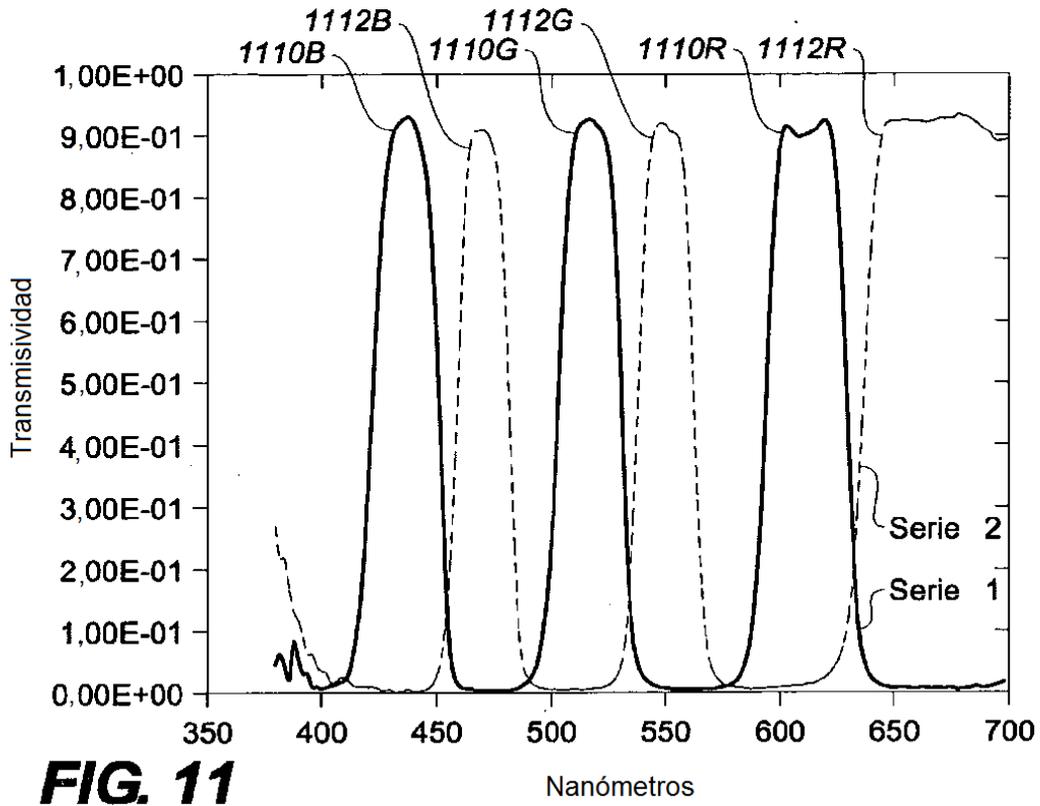


FIG. 11

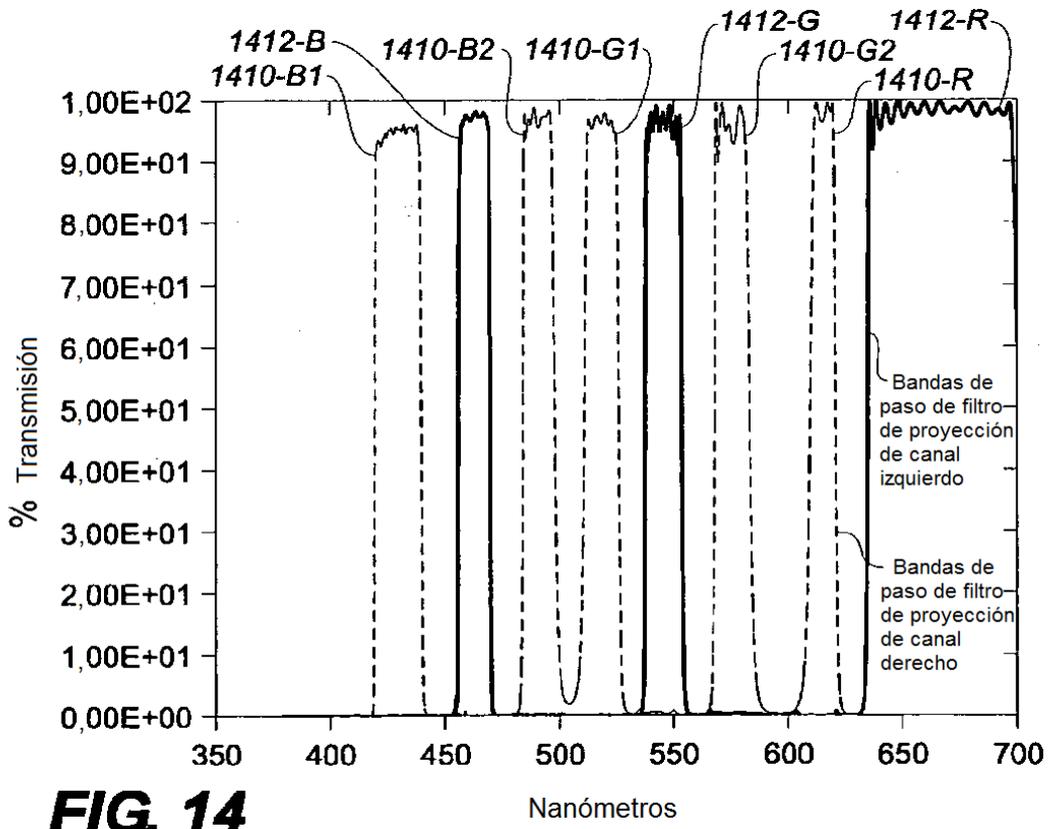


FIG. 14

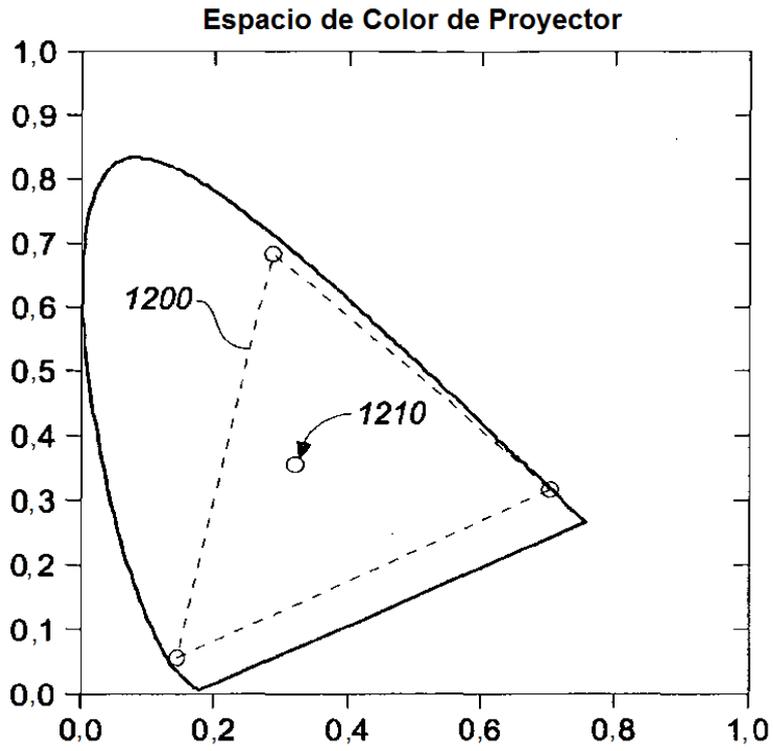


FIG. 12

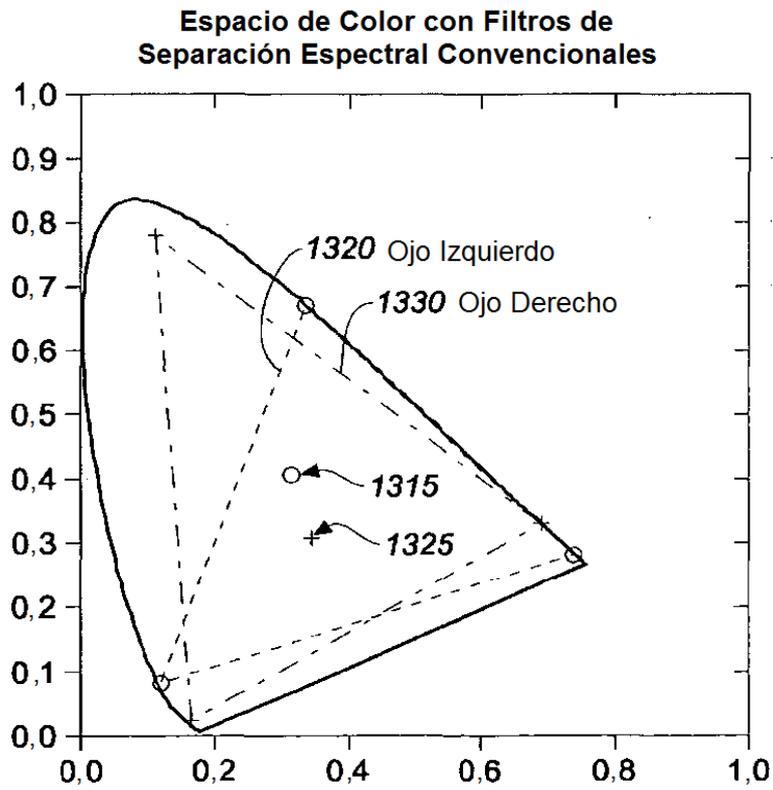


FIG. 13

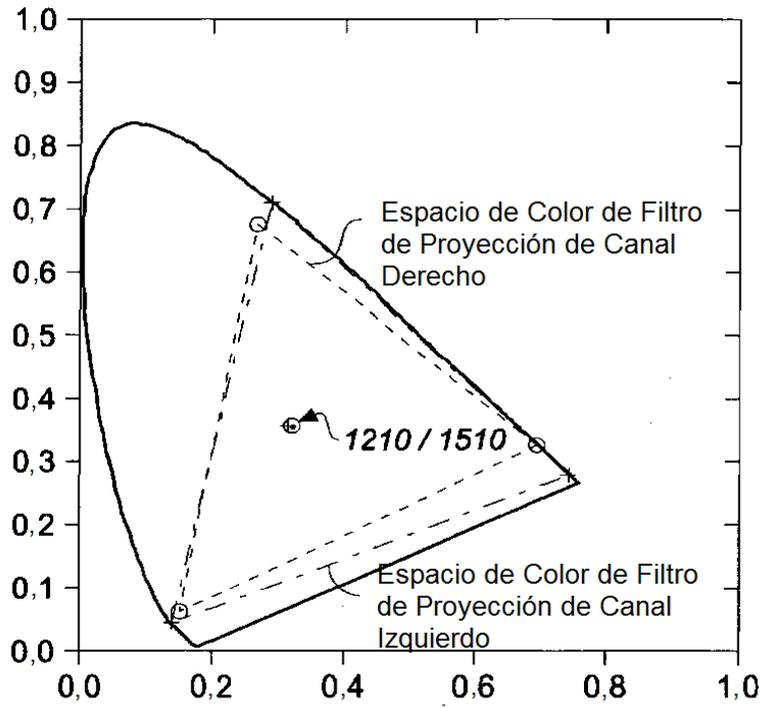


FIG. 15

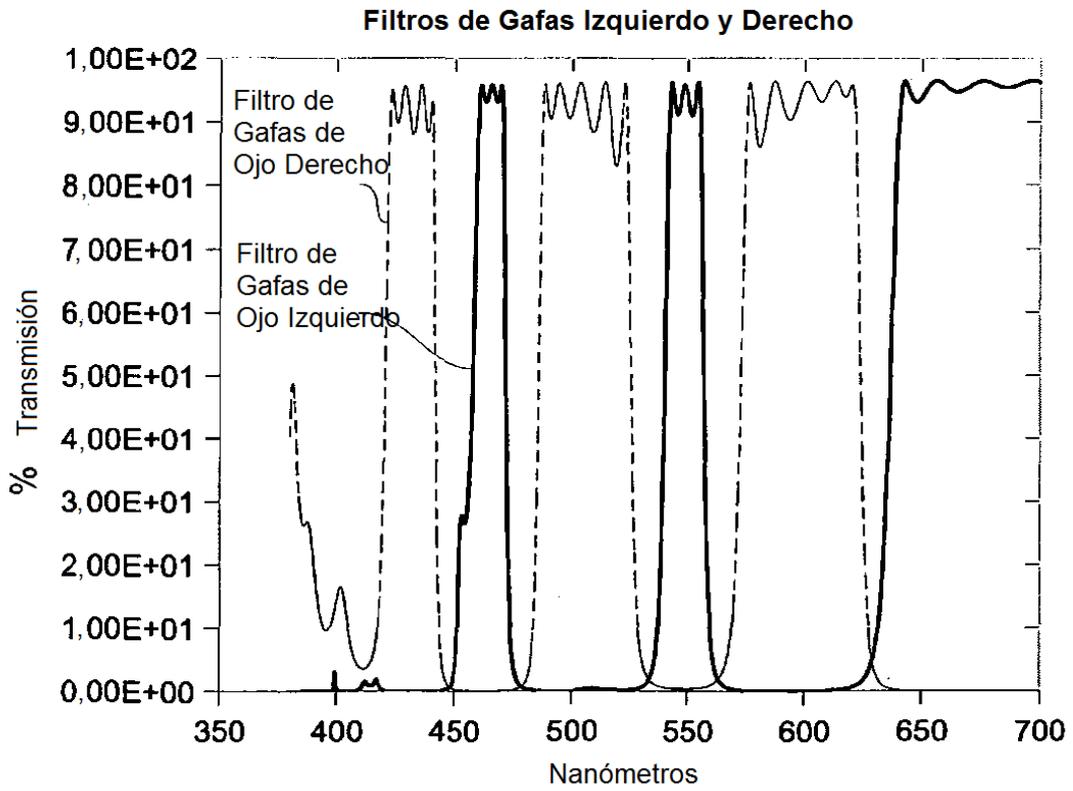


FIG. 16

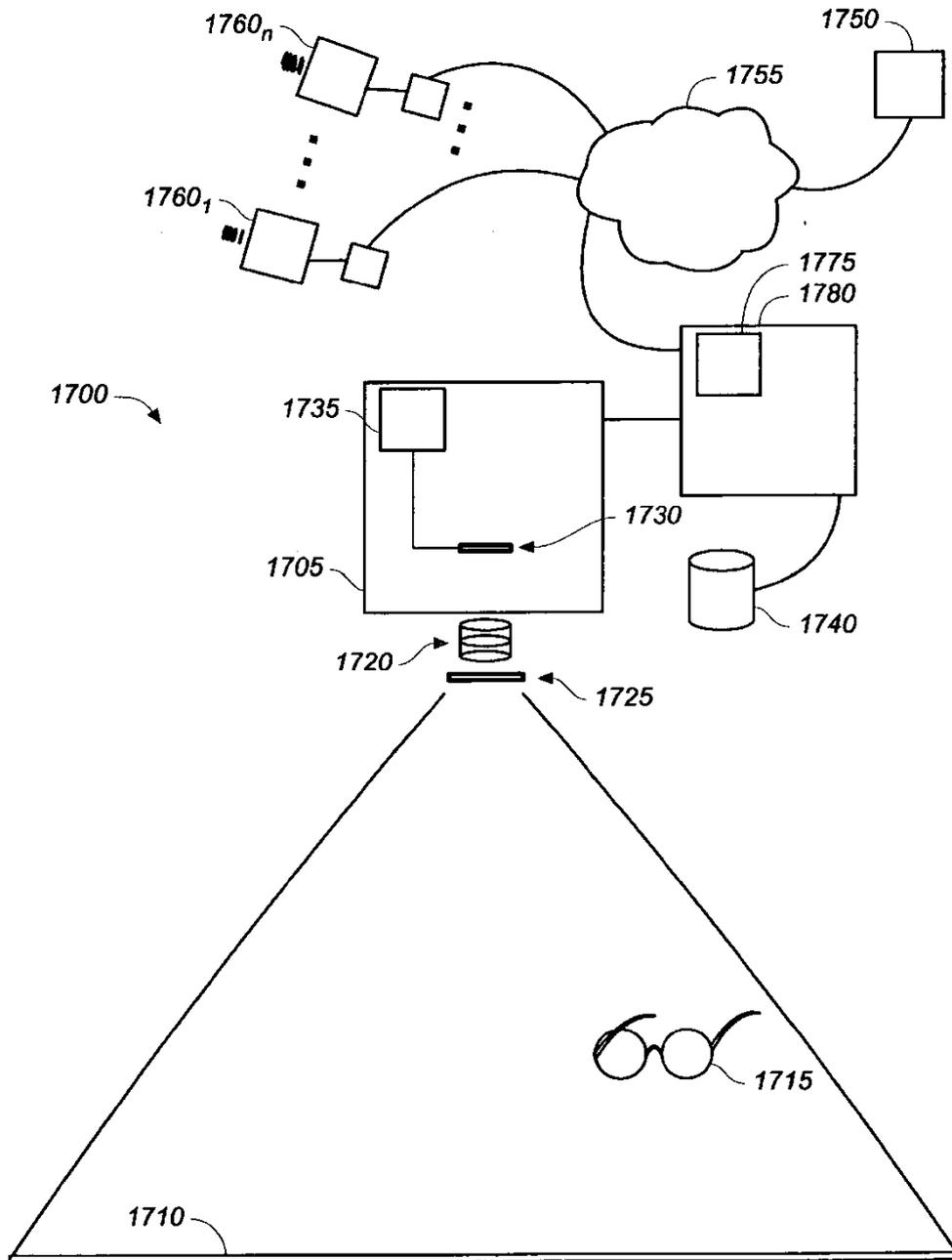


FIG. 17A

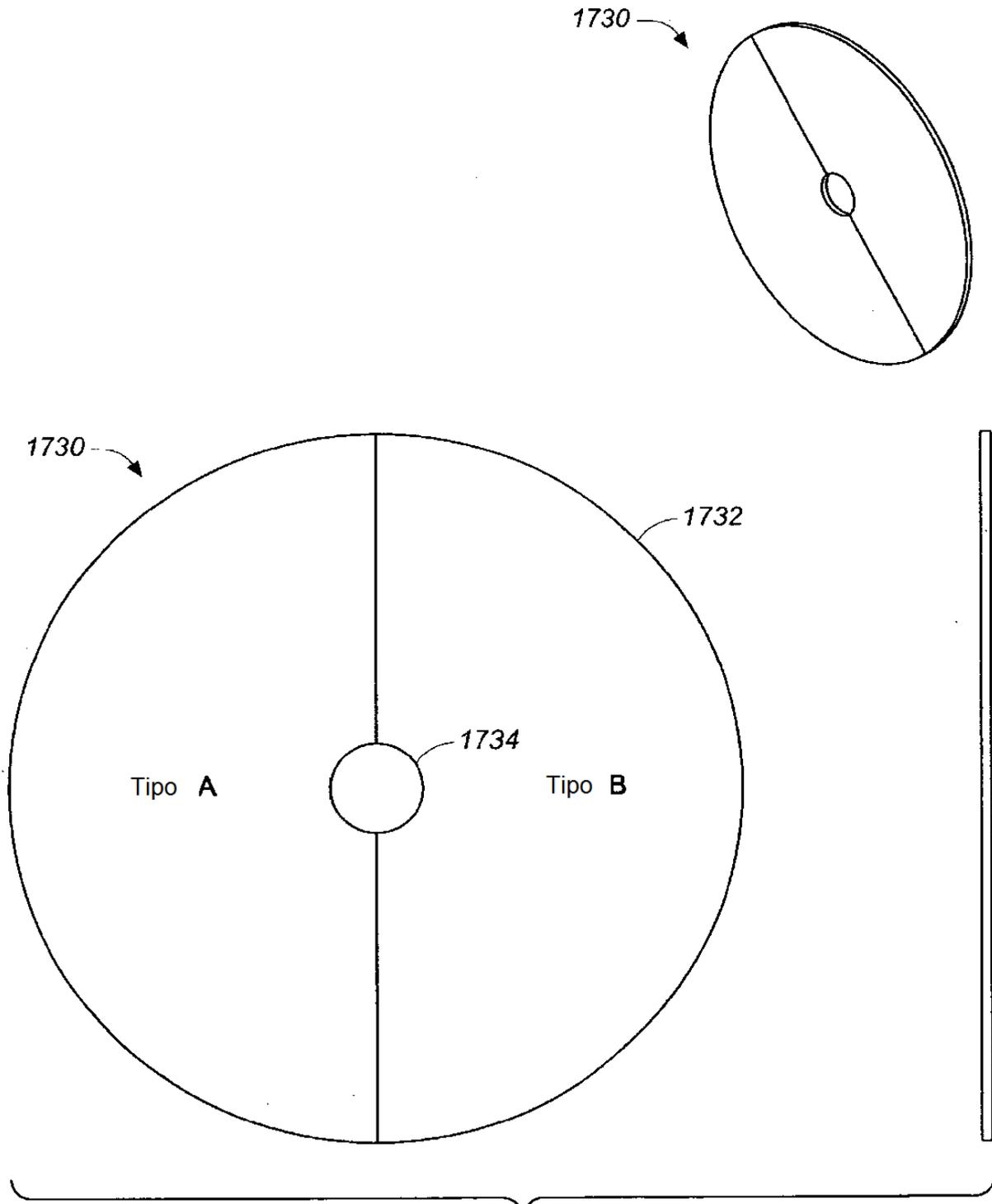


FIG. 17B

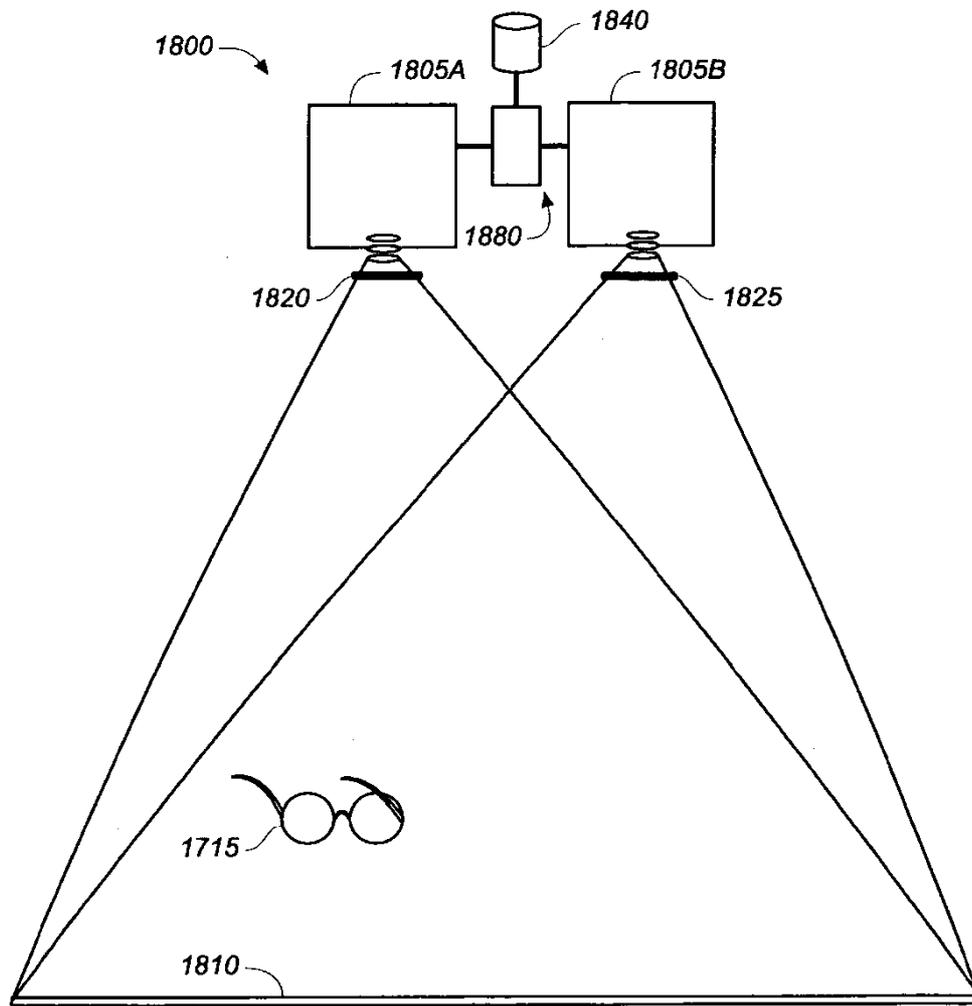


FIG. 18