



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 573**

51 Int. Cl.:
H04N 13/00 (2006.01)
G02B 27/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08754336 .9**
96 Fecha de presentación : **09.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2145485**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.01.2010**

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

30 Prioridad: **09.05.2007 US 801574**
18.05.2007 US 804602
21.05.2007 US 931320 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.05.2011

73 Titular/es: **DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION**
100 Potrero Avenue
San Francisco, California 94103-4813, US

72 Inventor/es: **Richards, Martin John;**
Allen, Wilson Heaton y
Gomes, Gary D.

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

ES 2 358 573 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 en 3D

5 Campo Técnico

La presente invención se refiere a sistemas y productos de visualización para proyectar y visualizar imágenes tridimensionales (3D) espectralmente separadas. La invención también se refiere a sistemas de visualización usados en una sala de cine digital y mejora los métodos actuales para proyectar y visualizar una película estereoscópica en 3D.

10

Antecedentes de la Técnica

Los métodos para una proyección estereoscópica en 3D incluyen anaglifos, polarización lineal, polarización circular, gafas obturadoras y separación espectral. El anaglifo es la tecnología más antigua, y prevé la separación del ojo izquierdo/derecho al filtrar 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. El accesorio óptico incluye, por ejemplo, un filtro rojo para el ojo izquierdo, y un filtro cian para el ojo derecho. Este método funciona mejor para imágenes originales en blanco y negro, y no se adapta bien a las imágenes a color.

20

La polarización lineal 3D prevé una separación en el proyector al filtrar el ojo izquierdo a través de un polarizador lineal (comúnmente) orientado verticalmente, y al filtrar la imagen del ojo derecho a través de un polarizador lineal orientado horizontalmente. El accesorio óptico incluye un polarizador lineal orientado verticalmente para el ojo izquierdo y un polarizador orientado horizontalmente para el ojo derecho. La pantalla de proyección debe ser de tipo de conservación de la polarización, comúnmente denominada como una "pantalla plateada" debido a su color distintivo. La polarización lineal permite que una imagen a todo color se exhiba con una pequeña distorsión de color. Tiene varios problemas, estos 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 verticalmente para evitar la diafonía de un ojo al otro.

25

La polarización circular 3D se inventó para abordar el problema de requerir que el espectador mantenga su cabeza orientada verticalmente. La polarización circular prevé separación en el proyector al filtrar la imagen del ojo izquierdo a través de un polarizador circular (comúnmente) izquierdo, y al filtrar la imagen del ojo derecho a través de un polarizador circular derecho. El accesorio óptico incluye un polarizador circular izquierdo para el ojo izquierdo y un polarizador circular derecho para el ojo derecho. También se necesita una pantalla plateada para este planteamiento.

30

35

Las gafas obturadoras prevén una separación al multiplexar las imágenes izquierda y de la derecha en el tiempo. No se requiere un filtro para la separación en el proyector. El accesorio óptico incluye unas gafas obturadoras. Se trata de unas gafas activas que obturan electrónicamente la lente en sincronía con la velocidad de imagen del proyector. Se exhibe primero la imagen del ojo izquierdo, seguida por la imagen del ojo derecho, etc. Puesto que tener una conexión de cable directa a las gafas en una sala de cine es poco práctico, se usa un método de señalización inalámbrica o infrarroja para proporcionar una referencia de tiempo para la obturación del ojo izquierdo/derecho. Este método requiere un transmisor IR o RF en el auditorio. Las gafas obturadoras son caras y difíciles de limpiar, requieren baterías que deben sustituirse frecuentemente, y están limitadas en su velocidad de conmutación. Las gafas obturadoras sólo son prácticas para su uso con el sistema de cine digital u otros sistemas de proyección electrónica ya que muy pocos proyectores de películas proporcionan la señal requerida para sincronizar las gafas obturadoras a la velocidad de imagen. El método no requiere una pantalla plateada.

40

45

La separación espectral prevé una separación en el proyector al filtrar el ojo izquierdo y derecho espectralmente. El sistema difiere del anaglifo en que los filtros para el ojo izquierdo y derecho dejan pasar cada uno una parte del espectro rojo, verde y azul, proporcionando una imagen a todo color. El espectro paso banda del filtro del ojo izquierdo es complementario con el espectro paso banda del filtro del ojo derecho. El accesorio óptico incluye filtros con las mismas características generales espectrales que se usan en el proyector. Aunque este método proporciona una imagen a todo color, ésta requiere una compensación de color para que los colores en el ojo izquierdo y en el ojo derecho coincidan con los colores que estaban presentes en la imagen original, y existe una pequeña reducción en la gama de color en comparación con la gama del proyector.

50

55

Se pueden usar todos los métodos anteriores para proporcionar una separación del ojo izquierdo/derecho para una presentación estereoscópica en 3D ya sea con dos proyectores (uno para el ojo izquierdo y uno para el ojo derecho), o también puede usarse con un sistema de un único proyector de cine digital. En el sistema de proyección dual, el filtro de proyección es usualmente estático, y se encuentra enfrente de la lente de proyección. En un sistema de un único proyector de cine digital, las imágenes izquierda y derecha se multiplexan en el tiempo. Excepto por el caso de las gafas obturadoras en las que no se requiere ningún filtro de proyección, esto significa que los filtros de proyección deben cambiar a la frecuencia de multiplexación I/D. Esto se puede hacer ya sea con una rueda de filtros en el proyector sincronizada a la frecuencia de multiplexación, o con un filtro conmutado electrónicamente.

60

El documento WO 2005/099279 A1 da a conocer un sistema de presentación de imágenes en 3D con un proyector de rueda de filtros de color y gafas de visualización. Tanto la rueda de filtros de color como las gafas de visualización usan los colores rojo, verde, azul para un canal 3D, y cian, amarillo, magenta para el otro canal 3D.

5 El documento WO 98/49837 A1 da a conocer un sistema de proyección de imágenes que está previsto para una proyección de imágenes en ambientes llenos de luz. La luz del proyector tiene varios picos en el espectro en el rango de las longitudes de onda visibles, y se usan gafas que tienen picos en el espectro correspondientes, muy estrechos. Esta disposición bloquea la luz del ambiente a longitudes de onda fuera de los picos del espectro.

10 El documento DE 103 59 788 A1 da a conocer un sistema de proyección en 3D con filtros de interferencia en los que las bandas de paso de un canal abarcan dos colores diferentes.

15 La patente estadounidense n.º 5.537.476 da a conocer un sistema de visualización de imágenes en 3D con dos canales de visualización que se forman por los colores R, G, B para un canal y R', G', B' para el otro canal.

La patente estadounidense n.º 4.189.210 da a conocer un sistema de efectos visuales con filtros de modulación rojo y cian, así como filtros de visualización rojo y cian.

20 El documento WO 2005/039192 A1 da a conocer un sistema de proyección estereoscópica que usa filtros de muesca en lugar de filtros paso banda.

25 El documento EP 2 116 067 A0, que se considera de acuerdo al Art. 54 (3) CPE solamente, da a conocer un sistema de proyección estéreo en el que o bien las gafas o bien los filtros del proyector tienen, para cada una de las imágenes parciales en perspectiva, un intervalo de transmisión que comprende dos de las percepciones de color azul, verde y rojo.

Exposición de la invención

30 La invención se define por las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a características opcionales de algunas realizaciones de la invención.

Los presentes inventores se han dado cuenta de la necesidad de mejorar los dispositivos y sistemas de visualización espectralmente separada.

35 Los presentes inventores también se han dado cuenta de la necesidad de mejorar los filtros de separación espectral, y particularmente aquellos usados en aplicaciones de cine digital en 3D. Un problema observado es que los sistemas típicos de proyección en 3-D tienen baja eficacia de luminancia dado que los espacios de color, la gama de color, y el brillo efectivo son inadecuados. Otro problema observado es que el desequilibrio entre los niveles de luminancia en los canales de proyecciones en 3D disminuye la eficacia luminosa. Por consiguiente, tal como se describe en más detalle a
40 continuación, la presente invención también prevé técnicas para aumentar el espacio de color y la eficacia luminosa de imágenes proyectadas que pueden usarse solas o en combinación con técnicas de compensación del desplazamiento al azul.

45 La presente invención incluye una o más técnicas para aumentar el espacio de color de imágenes espectralmente separadas que pueden combinarse con una o más técnicas para compensar el desplazamiento al azul que ocurre cuando se visualizan imágenes espectralmente separadas a través de filtros a ángulos distintos a la normal. Las técnicas individuales se describen más detalladamente en este documento. Cuando se utilizan conjuntamente, algunas realizaciones de la invención comprenden un dispositivo de proyección en 3D usando filtros de proyección asimétrica y gafas de visualización que comprenden lentes no planas con filtros espectralmente complementarios.

50 Descripción de los dibujos

Se obtendrá inmediatamente una apreciación más completa de la invención y muchas de las ventajas que la acompañan al entenderse mejor con referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en relación a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1A es una ilustración de ángulos de visualización;

60 la figura 1B es un gráfico que ilustra el espectro del filtro del proyector izquierdo y del filtro del ojo derecho;

la figura 2 es un gráfico que ilustra el espectro del filtro del proyector izquierdo frente al filtro del ojo derecho desplazado al azul;

65 la figura 3 es un gráfico que ilustra el espectro del filtro del proyector izquierdo desplazado al azul frente al filtro del ojo derecho desplazado al azul;

- la figura 4A es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvadas centradas en la pupila del espectador;
- 5 la figura 4B es una ilustración de unas gafas con lentes esféricas;
- la figura 5 es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvadas y que muestra las distancias interpupilares de un niño;
- 10 la figura 6 es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvadas para un ángulo de 20 grados en un borde de las lentes;
- la figura 7 es un diagrama que ilustra la geometría de lentes curvadas con una curva no esférica;
- 15 la figura 8A es un diagrama que ilustra el efecto de la curvatura de las lentes con 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 unas monturas de gafas configuradas para su uso en diferentes tamaños de cabeza.
- la figura 10 es un diagrama que ilustra la geometría de gafas con diedros optimizados.
- la figura 11 es un gráfico de filtros de separación espectral izquierdo y derecho convencionales.
- 25 la figura 12 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color de un proyector típico de cine digital.
- la figura 13 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color de filtros de separación espectral convencionales.
- 30 la figura 14 es un gráfico de filtros del proyector izquierdo y derecho.
- la figura 15 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio de color de filtros de color.
- 35 la figura 16 es un gráfico de filtros de gafas izquierdo y derecho que pueden aplicarse conjuntamente con los filtros del proyector descritos en la figura 4.
- la figura 17A es un diagrama de bloques de una proyección.
- 40 la figura 17B es un dibujo de una rueda de filtros; y
- la figura 18 es un dibujo de una disposición de filtros fijos es un sistema de dos proyectores.
- 45 Esta invención aborda algunos de los problemas con el método de separación espectral para la proyección de imágenes en 3D.
- 50 Cuando la luz pasa a través de un filtro de interferencia a un ángulo distinto a la normal, las características del filtro (formas de la respuesta, que no ha de confundirse con la forma física del filtro) cambian, y toda la respuesta del filtro espectral se desplaza hacia longitudes de onda más cortas (hacia el azul). Las formas de la respuesta característica del filtro también se ven afectadas adversamente a ángulos más grandes. Éste es un atributo fundamental de los filtros de interferencia, y puede compensarse diseñando el filtro por un ángulo específico si todos los rayos son paralelos. En casos en los que el haz de luz no es paralelo, como en el caso con el uso de gafas 3-D, las soluciones que implican sólo el diseño de las características del filtro son menos prácticas.
- 55 Las gafas que actualmente se usan para separación espectral consisten en filtros de interferencia planos situados aproximadamente a 2 cm frente a los ojos del espectador. En una sala de cine 3D (por ejemplo, cine digital en 3D) la luz de la pantalla no pasa a través de los filtros de interferencia en un solo ángulo. Para un espectador situado en el centro y a una distancia correspondiente a la anchura de la pantalla, al visualizar la imagen en el centro de la pantalla, la luz procedente del centro de la pantalla pasaría a través de los filtros de interferencia de las gafas a un ángulo normal (perpendicular) (suponiendo que la cabeza del espectador está colocada de tal forma que el plano de los filtros de interferencia es paralelo al plano de la pantalla). En condiciones similares, la luz del borde de la pantalla pasaría a través de los filtros de interferencia a un ángulo de aproximadamente 26 grados.
- 60 Esta posición de visualización está razonablemente cerca de la pantalla, pero no es inusual; muchos de los asientos en un auditorio común están situados más cerca, y son posibles ángulos de 40 grados. Un ángulo de 26 grados desde el
- 65

borde de la pantalla tendría el efecto de desplazar la respuesta del filtro hacia el azul en aproximadamente 14 nanómetros (nm), y de alguna forma distorsionaría la forma del filtro. La imagen en 3D resultante parece tener un cambio de color notable y una diafonía del ojo izquierdo/derecho aumentada hacia los bordes de la pantalla.

5 Se puede usar una combinación de varias técnicas para reducir los efectos del desplazamiento al azul, y reducir el desplazamiento al azul que ocurre desde ángulos de visualización distintos a la normal. Ha de recordarse que el desplazamiento al azul en los filtros de interferencia (por ejemplo, lentes de las gafas que tienen filtros dispuestos en las mismas) es importante principalmente porque causa un desajuste entre las características espectrales del filtro del proyector (por ejemplo, una rueda de filtros o un filtro conmutado electrónicamente) y las gafas, o más precisamente, un desajuste entre los espectros de luz que forman las imágenes (de cualquier fuente) y las características de las gafas a un ángulo de visualización dado.

15 Haciendo referencia ahora a los dibujos, en los que los números de referencia iguales designan partes idénticas o correspondientes, y más particularmente a la figura 1A de los mismos, se ilustran ángulos de visualización de ejemplo a través de gafas 1110 para un espectador 1100 de una imagen proyectada sobre una pantalla 1120 de cine. Los ángulos de visualización oscilan desde la normal hasta algo oblicuos (por ejemplo, aproximadamente de θ_1 a θ_3 , respectivamente). Las gafas 1110 incluyen lentes con filtros de interferencia basados en material dieléctrico. Los ángulos de visualización distintos a la normal tienen una cantidad de desplazamiento al azul asociada con la imagen visualizada que aumenta a medida que aumenta la oblicuidad del ángulo de visualización a través de los filtros de interferencia. Por ejemplo, la luz que entra a los ojos del usuario desde los ángulos más oblicuos θ_2 y θ_3 se desplazará hacia longitudes de onda azul mientras que el ángulo más normal θ_1 tendrá un desplazamiento al azul pequeño, de existir alguno. El desplazamiento al azul, o el desplazamiento de las longitudes de onda, descrito de esta forma es resultado de un cambio en las propiedades del filtro de interferencia de tal forma que las bandas de luz que pasan por el filtro se desplazan hacia longitudes de onda más cortas.

25 Un efecto del desplazamiento al azul de la luz visualizada en el borde de la pantalla (por ejemplo, la luz 1130) es la introducción de diafonía en la imagen. Esto puede reducirse aumentando las bandas de guarda entre las características del filtro del ojo izquierdo y del ojo derecho. La figura 1B ilustra las características de filtros a modo de ejemplo usados para separación espectral en 3D. Tal como se muestra en la figura 1B, los anchos de banda para un filtro 100 de proyección izquierdo, y un filtro 110 del ojo derecho, incluyen bandas 120, 122, 124, 126, y 128 de guarda que aparecen como muescas entre bandas de luz adyacentes (la figura 1B ilustra el filtro del ojo derecho y el filtro de proyección izquierdo; el filtro del ojo derecho representa aproximadamente los anchos de banda del filtro de proyección derecho y el filtro de proyección izquierdo representa aproximadamente los anchos de banda del filtro del ojo izquierdo). Al incrementar el ancho de la muesca (o banda de guarda) entre los espectros izquierdo y derecho en ambos filtros de los ojos y los filtros del proyector correspondientes, puede reducirse la diafonía. Esto también reduce el cambio de color percibido. Este método también reduce la eficacia óptica del sistema, aunque puede realizarse este compromiso.

35 Tal como puede verse la figura 1B, como par, los filtros de los ojos izquierdo y derecho son complementarios dado que las propiedades de filtro del filtro del ojo izquierdo (representado aproximadamente por el filtro 100 de proyección izquierdo) complementan las propiedades de filtro del filtro 110 del ojo derecho. No se trata de una complementación completa ya que las bandas de guarda impiden que los filtros combinados dejen pasar la parte entera del espectro entre las longitudes de onda más largas y las más cortas que pasan por los filtros. Además, pueden realizarse diferencias adicionales en el ancho de banda dentro de los rangos de las diversas bandas que pasan por los filtros para adaptar las decisiones de ingeniería con respecto a cuestiones de espacio de color que tienen que considerarse para una aplicación particular.

45 Otro planteamiento es desplazar al azul previamente las características del filtro del proyector, o desplazar al rojo los filtros de los ojos, de tal forma que para una visualización en un ángulo de incidencia normal a través de los filtros de los ojos, las características del filtro se desplazan al rojo con respecto al filtro del proyector. Esto incrementa la diafonía y el cambio de color para una visualización normal (en el eje), aunque esto puede adaptarse de tal forma que, para una visualización en el eje, la diafonía y el cambio de color no sean un impedimento. Para el caso fuera del eje, se mejora el rendimiento puesto que la diferencia entre los filtros del proyector y los filtros de los ojos desplazados al azul (fuera del eje) es menor.

55 La figura 2 y la figura 3 describen esta situación. Tal como se muestra en la figura 2, un filtro 200 del proyector izquierdo, y un filtro 210 del ojo derecho desplazado al azul tienen bandas de guarda que incluyen la banda 220 de guarda que separa bandas de luz adyacentes. Tal como se muestra en la figura 3, un filtro 300 del proyector izquierdo desplazado al azul y un filtro 310 del ojo derecho desplazado al azul tienen bandas de guarda que incluyen la banda 320 de guarda que separa bandas de luz adyacentes. Tal como se ve al comparar la figura 2 y la figura 3, la muesca (bandas 210 y 310 de guarda) que separan las bandas de luz adyacentes es más grande en la figura 3.

60 Aplicando esto al caso descrito anteriormente, el desplazamiento de 14 nm en los bordes de la pantalla podría reducirse a un desplazamiento efectivo de 11 nm si el filtro del proyector se desplazara al azul 3 nm. Habría un "desplazamiento al rojo" de 3 nm en el centro de la pantalla.

Otro planteamiento es curvar los filtros, lo que pueden implementarse, por ejemplo, disponiendo los filtros de los ojos en lentes curvadas de gafas de visualización. Esto tiene la ventaja de que tiene el potencial de reducir realmente el desplazamiento al azul.

5 La figura 4A describe la geometría de lentes curvadas con un radio centrado en la pupila del ojo. Las lentes mostradas (la lente 405A que tiene un eje 410A óptico y la lente 405B que tiene un eje 410B óptico) tienen un ancho de 50 mm y la cuerda está ubicada a 20 mm de la pupila respectiva (y el centro de curvatura) (por ejemplo, 400A y 400B). Las mediciones se realizaron para los ojos del inventor, pero son representativas de la situación general que podría implementarse para cualquier persona que use gafas 3D. Usar gafas con lentes que tienen una sección esférica con un
10 radio centrado en la pupila de entrada del ojo prácticamente elimina cualquier desplazamiento al azul en los filtros porque la luz pasa a través de las lentes (y por tanto, los filtros) prácticamente normal a la lente / el filtro para visualizar todas las partes de la pantalla. Se produce una cierta distorsión cuando el espectador gira sus ojos para mirar a diferentes partes de la pantalla, pero para la geometría mostrada, esto no es importante. La figura 4B ilustra dos vistas de un par de gafas 490 que tienen lentes 492A y 492B curvadas conformadas de forma esférica y que tienen filtros
15 dieléctricos espectralmente complementarios dispuestos en las mismas (el filtro 496A del ojo izquierdo y el filtro 496B del ojo derecho).

Las curvaturas de las lentes así implementadas se distinguen de las gafas de prescripción porque las curvaturas implementadas no corrigen la visión. Sin embargo, en un ejemplo, la curvatura de la invención puede implementarse
20 sobre o además de otras características de lentes previstas para cubrir las necesidades de prescripción del espectador.

La solución de la lente curvada aún tiene algunas limitaciones. En primer lugar, el radio de curvatura de 30 mm que resulta de la geometría descrita anteriormente da lugar a “ojos muy saltones” y estéticamente no sería agradable. En segundo lugar, esta curvatura produciría gafas cuyo peso estaría muy centrado frente al puente de las gafas, y estarían mal equilibradas. En tercer lugar, este radio puede ser demasiado corto para permitir un recubrimiento uniforme de un
25 filtro de interferencia.

En cuarto lugar, la distancia interpupilar de los ojos varía de manera significativa, y esto significaría que las gafas diseñadas para la media estarían inapropiadamente curvadas para alguien con una distancia distinta a la media. Por ejemplo, con un niño la situación puede dar como resultado un ángulo de aproximadamente 10 grados para visualizar el
30 centro de la pantalla. Tal 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 centrados en el centro de las curvaturas 500A y 500B).

Incluso considerando las limitaciones asociadas con la curvatura de las lentes y/o los filtros, esta técnica es valiosa. Aunque en casos generales o producciones para grandes audiencias, puede que no tenga 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 por detrás de la entrada de la pupila del ojo, se eliminan muchos de los problemas (por ejemplo, llevar el centro de gravedad de nuevo hacia el espectador, y una apariencia menos “de ojos saltones”) y las ventajas se
35 conservan de manera significativa.

En una alternativa, las lentes pueden usar una curvatura no esférica, tal como una curvatura cilíndrica en la que las lentes sólo están curvadas de izquierda a derecha, y no existe una curvatura en la dirección vertical. Esto es posible porque la pantalla siempre tiene una razón de aspecto tal que la extensión horizontal (por ejemplo, ancho) es
45 aproximadamente el doble de la extensión vertical (por ejemplo, altura). Otra alternativa es usar una curvatura que no sea esférica en ninguna dirección, tal como una superficie de radio múltiple, o una que siga una función matemática específica. Éstas tienen las ventajas de permitir una mayor variación interpupilar. Una ventaja adicional de las lentes curvadas incluye la reducción de reflejos desde superficies brillantes por detrás del espectador, ya que estos reflejos no se dirigen hacia el ojo.

Un planteamiento final implica el diseño de los filtros de interferencia. Este planteamiento requiere cambiar el grosor de las capas dieléctricas en función de la distancia desde el centro de cada filtro de ojo. Si el grosor de las capas dieléctricas aumenta en los bordes de los filtros de tal forma que provocan un desplazamiento al rojo en las características del filtro, esto puede usarse para compensar el desplazamiento al azul causado por el cambio de ángulo
50 en los bordes del campo de visión a través de los filtros.

Si los filtros se implementan en cristal plano, el engrosamiento de las capas dieléctricas puede aumentar los costes de fabricación debido a la dificultad de implementar los grosores aumentados en diferentes puntos del cristal plano. Sin embargo, al recubrir una superficie curvada, se produce un cierto engrosamiento durante el proceso de recubrimiento. Este planteamiento por tanto se convierte en un complemento práctico a la solución de la lente curvada.
60

El mejor método para lograr un alto rendimiento con filtros de interferencia incorpora las cuatro técnicas descritas anteriormente de la siguiente manera. En primer lugar, las bandas de guarda entre los filtros de los ojos izquierdo y derecho deben ser mayores que aproximadamente un 2% (por ejemplo, 2,2%) de la longitud de onda de esa banda de
65 filtro. Por ejemplo, para un filtro con un cruce izquierda/derecha a 640 nm, la banda de guarda debe ser de

aproximadamente 14 nm. En segundo lugar, el filtro del proyector debe diseñarse para estar desplazado al azul (con respecto a los filtros de los cristales de los ojos) en más de un 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 del proyector sería de $640 - 3,8 = 636,2$ nm. La combinación de esto permite que las lentes y los filtros de los ojos fabricados de manera nominal (cuando se usan con una lente del proyector y filtros del proyector fabricados de manera nominal) se inclinen de tal forma que se produce un desplazamiento al azul de 18 nm antes de que se produzca una degradación grave de la imagen.

Sin embargo, la tolerancia de fabricación combinada de los filtros del proyector y los filtros de los ojos reduce esto a aproximadamente 9 nm. La banda de guarda de 9 nm que permanece puede usarse para acomodar el desplazamiento al azul causado por la luz que atraviesa los filtros de los ojos izquierdo y derecho en un ángulo. El ángulo a través de los filtros de los ojos izquierdo y derecho que causa un desplazamiento de 9 nm es de aproximadamente 20 grados. Si la curvatura de los filtros de los ojos (por ejemplo, la curvatura de lentes en las que se disponen o incorporan los filtros de los ojos) se ajusta para permitir que la luz del borde de los filtros de los ojos pase por el ojo a como máximo 20 grados respecto a la normal de los filtros de los ojos en el borde, entonces no se producirá una degradación grave de la imagen en el borde de los filtros de los ojos.

Para una simple esfera, y con el ojo mirando directamente al centro de la pantalla (por ejemplo, una mirada principal normal a una tangente del lente), el radio de curvatura que se necesita para lograr esto es de aproximadamente 50 mm. Tal como se muestra en la figura 6 (las lentes 605A y 605B tienen respectivos centros 610A y 610B de curvatura; las ubicaciones de la pupila de un adulto en 615A, 615B y ejes ópticos correspondientes de las lentes y el ojo adulto 630A y 630B; ubicaciones de la pupila de un niño en 620A, 620B y ejes ópticos correspondientes del ojo del niño 635A y 635B). En la práctica el radio de la curvatura puede ser un poco mayor de 50 mm para acomodar el desplazamiento de la pupila cuando el ojo gira para observar el lateral de la imagen en pantalla.

Aunque se prefieren lentes conformadas de manera esférica, las lentes no esféricas tienen algunas ventajas. La figura 7 muestra lentes 705A y 705B izquierda y derecha con una curva no esférica (pupilas de adulto 700A, 700B; ejes ópticos de las lentes 715A, 715B; pupila de un niño 710A, 710B, y ejes ópticos correspondientes del ojo del niño 720A, 720B). Las lentes izquierda y derecha incorporan filtros de ojo izquierdo y derecho correspondientes. Los filtros están dispuestos, por ejemplo, en una o más superficies de las lentes. Las ventajas de una curva no esférica se encuentran en la acomodación de variaciones de distancias interpupilares entre diferentes espectadores. Finalmente, un recubrimiento dieléctrico no uniforme puede usarse para desplazar al rojo las características de filtro en los bordes de los filtros, mejorando aún más el rendimiento.

Una ventaja más importante es que los reflejos desde detrás del espectador se reducen por la curvatura. Esto es importante porque los filtros de interferencia dispuestos en las lentes de las gafas reflejan luz que no se transmite, y por tanto son muy reflectantes. Sin la curva, la audiencia por detrás del espectador es visible a través de gran parte del lado posterior de la lente. Con la curva, sólo una parte (o nada) de la lente tiene un reflejo desde detrás del espectador. La figura 8 ilustra esta ventaja en comparación con una lente 705 curvada que tiene un centro de curvatura en 708 y una lente 710 plana. Con respecto a la lente 710 plana, un rayo 725 de luz con un ángulo relativamente ancho desde detrás del espectador se refleja fuera de la lente plana hacia la pupila 700A del espectador. Con respecto a la lente 705 curvada, se muestra que sólo un ángulo relativamente estrecho (rayo 720 de luz) puede alcanzar la pupila 700B del espectador mediante un reflejo desde la lente curvada. Además, la sien 730 del espectador bloquea la mayoría de los rayos de luz de manera suficientemente estrecha para pasar por la sien del espectador.

Una optimización adicional de las técnicas comentadas se puede lograr acomodando la variación de la distancia interpupilar entre la población. En general, la separación interpupilar está directamente relacionada con el ancho y la circunferencia de la cabeza. Los adultos tienen un ancho y circunferencia más grandes, y una separación interpupilar más ancha, mientras que los niños son más pequeños con respecto a estas dimensiones. Idealmente, un espectador usaría gafas con los filtros del ojo izquierdo y derecho dispuestos en lentes izquierda y derecha correspondientes de las gafas en las que la separación interocular de las lentes está optimizada para las distancias interpupilares particulares del espectador.

En una sala de cine o en una aplicación de gran volumen, es difícil almacenar gafas de diferentes tamaños. Como una optimización de las gafas curvadas es posible incorporar una característica en el diseño de la montura de las gafas que ajusta automáticamente un ángulo diedro entre las lentes curvadas para acomodar una separación interpupilar más ancha y más estrecha. El ajuste del ángulo diedro garantiza una incidencia de luz próxima a la normal cuando se visualiza la pantalla con una mirada principal. Este ajuste se realiza aprovechando las propiedades de flexibilidad y resistencia a la flexión de monturas termoplásticas moldeadas, u otras monturas que tienen propiedades similares de resistencia y flexibilidad (por ejemplo, metales, fibra de vidrio, materiales compuestos, etc.).

En este diseño existe una convexidad hacia fuera de la forma de las monturas, que crea un ángulo diedro entre las lentes. En una realización, el puente de las gafas está diseñado para doblarse ligeramente con la variación del tamaño de la cabeza debido a la presión en la montura (por ejemplo, la presión ejercida en la parte de la sien de las monturas). Esta flexión da como resultados cambios de ángulo diedro. Tal como se muestra en la figura 8B, las cabezas 875 más anchas con una separación interpupilar (estadísticamente) más grande tienen un ángulo diedro \varnothing_A más grande. En este

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 (véase la línea discontinua en la figura 8B). Las cabezas 880 más pequeñas tendrán un ángulo diedro θ_B más pequeño. Con una cabeza más pequeña y un ángulo diedro más pequeño correspondiente entre las lentes, la distancia entre los radios dirigidos hacia delante de las lentes curvadas se reduce para coincidir de manera más aproximada con la separación interpupilar más pequeña.

La figura 9 ilustra ambos casos. Las gafas 900 están ilustradas en una primera posición 900A como cuando se usan por un adulto con una cabeza de tamaño relativamente más grande. La separación interpupilar del adulto se representa por Y. Una parte de la sien o “*alrededor de la oreja*” de la montura de las gafas tiene una separación representada por Y’ para acomodar el tamaño de la cabeza del adulto, causando una flexión del puente 910 de las gafas y dando como resultado un ángulo diedro más grande entre las lentes.

La posición 900B, es similar a cuando se usa por un niño con un tamaño de cabeza relativamente pequeño, y la distancia interpupilar del niño se representa por X. El puente 910 se flexiona menos porque la separación de la sien o “*alrededor de la oreja*” se reduce a X’ lo que da como resultado un ángulo diedro más pequeño entre las lentes. El ángulo diedro más pequeño acomoda la separación interpupilar más pequeña del niño tal como se describe anteriormente.

La figura 10 ilustra detalles de las lentes. En 1005, una pupila 1010A del ojo derecho de un adulto se muestra en relación a la pupila 1015A del ojo de un niño), teniendo la lente 1020 un centro de curvatura en 1025A. Tal como se ve en la figura 10, comparando la posición de la lente 1020 con la lente 1030 en la posición 1030A, existe un diedro más grande entre las lentes. Ésta es la configuración de lentes apropiada para un adulto.

Cuando se usa por un niño (o persona con una cabeza de tamaño relativamente más pequeño), un cantidad de flexión del puente de las gafas hace que las lentes 1030 y 1020 se reduzcan en cuanto al diedro tal como se ilustra por 1050 para el ojo izquierdo (de manera coherente con la figura 9, una disminución del diedro similar (no mostrada) 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 desde una alineación correspondiente a la pupila 1010B del adulto hasta una alineación correspondiente a la pupila 1015B del niño.

Las figuras 8B, 9, y 10 son ilustrativas de una acomodación para cabezas y distancias interpupilares tanto “de adultos” como “de niños”. Sin embargo, debe entenderse que las distancias interpupilares y los tamaños de las cabezas varían mucho entre la toda población. Mientras que puede producirse una alineación casi perfecta para algunos espectadores, esto no se requiere y las realizaciones ilustradas funcionan para acomodar los tamaños de las cabezas y las distancias interpupilares variables mejorando las alineaciones del ángulo de visualización en la mayoría de los casos.

Las lentes que se muestran en la figura 10 tienen un radio de curvatura de 50 mm y el ángulo diedro es de 2 grados. Con monturas de tamaño convencional el cambio de ángulo diedro para el adulto promedio frente al del niño es de aproximadamente 5 grados (aproximadamente 2,5 grados a cada lado de las monturas dando un total de aproximadamente 5 grados). Esta técnica funciona mejor con lentes con un radio de curvatura que es aproximadamente la mitad de la longitud de la parte de la sien de las gafas.

Tal como se mencionó anteriormente, la presente invención aborda algunos de los problemas con el método de separación espectral para proyectar imágenes en 3D, específicamente una mejora en la eficacia, un incremento en la gama de color, y una reducción en la cantidad de compensación de color requerida. En algunos casos, puede no ser necesaria la compensación de color.

Haciendo referencia nuevamente a los dibujos, y más particularmente a la figura 11 de los mismos, se ilustra un conjunto de filtros de separación espectral izquierdo y derecho representativos de los actualmente usados en presentaciones tridimensionales (3D) de cine digital. Tal como se muestra en la figura 11, los filtros de separación espectral convencionales proporcionan tres colores primarios para cada ojo al dividir los canales de color rojo, verde y azul de un proyector en dos conjuntos de colores primarios, un conjunto para el ojo izquierdo (colores primarios 1110R, 1110G, y 1110B) y un conjunto para el ojo derecho (colores primarios 1112R, 1112G, y 1112B). Por ejemplo, el ojo izquierdo se ilustra con bandas de azul, verde y rojo de longitud de onda más corta 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), de 505 a 525 (verde), y de 595 a 635 (rojo). El ojo derecho puede tener, por ejemplo, longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 455 a 495 (azul), de 535 a 585 (verde), y de 645 a 700 (rojo).

Aunque una configuración de filtro como la que está ilustrada en la figura 11 proporciona los tres colores a cada ojo, la imagen resultante tiene un matiz algo diferente en cada ojo. Para que las imágenes hagan coincidir de manera más próxima los colores para cada ojo, y coincidan con los colores en la imagen original, se aplica corrección de color. La corrección de color reduce la eficacia completa del sistema (ya que intensifica algunos colores primarios de manera preferencial sobre otros). Además, incluso con la corrección de color, los nuevos colores primarios izquierdo y derecho

no tienen un espacio de color tan grande como el del proyector, y por tanto sólo pueden producir una parte, pero no todos los colores que estarían presentes si se proyectase sin los filtros en un sistema en 2D.

5 La figura 12 es un diagrama de cromaticidad CIE 1931 que ilustra el espacio 1200 de color no filtrado y un punto 1210 blanco P3 de un proyector típico de cine digital. El espacio de color no filtrado del proyector representa el espacio de color disponible para proyectar imágenes.

10 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 1320 del ojo izquierdo y el canal 1330 del ojo derecho en un proyector de cine digital. La intersección de los espacios de color del canal del ojo izquierdo y derecho representa el espacio de color potencial de imágenes proyectadas a través de los filtros. Tal como se puede ver en la figura 13, el espacio de color potencial usando los filtros convencionales está limitado en comparación con el espacio de color del proyector (1200, figura 2). Además, el punto 1310 blanco P3 es un factor importante en el resultado global de la imagen proyectada, y están desplazado de manera significativa en comparación con el del proyector solo, véase el punto 1315 blanco P3 para el ojo izquierdo y el punto 1325 blanco P3 para el ojo derecho y compárese con el punto 1210 blanco P3 del proyector, tal como se muestran como referencia en la figura 13.

20 La presente invención se refiere tanto al filtro de visualización como al filtro instalado en el proyector, que es el factor de control principal en el espacio de color del sistema. La invención aborda ambas cuestiones de eficacia y de espacio de color dividiendo al menos uno de los colores primarios del proyector en subpartes. En una realización, los colores primarios del proyector azul y verde están divididos en tres subpartes cada uno. Las longitudes de onda exactas de donde se divide el color primario pueden escogerse de cualquier manera que tenga en cuenta el espacio de color particular que va a reproducirse.

25 Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 14, en una configuración potencial, un filtro de proyección del canal derecho tiene longitudes de onda de banda de paso de azul de 400 a 440 (410-B1) y de 484 a 498 nm (410-B2), verde de 514 a 528 (1410-G1) y de 567 a 581 nm (1410-G2), y rojo de 610 a 623 nm (1410-R). Un filtro de proyección del canal izquierdo tiene longitudes de onda de bandas de paso de azul de 455 a 471 nm (1412-B), verde de 539 a 556 nm (1412-G), y rojo de 634 a 700 nm (1412-R). Naturalmente, existen otra permutaciones, tales como, por ejemplo, la conmutación de las longitudes de onda del canal izquierdo y derecho, o la conmutación de las longitudes de onda verde y azul, etc. Además, las longitudes de onda de banda de paso son aproximadas y cada banda puede variar en, por ejemplo +/- 5 nm o más. Tales variaciones pueden ocurrir al desplazar la banda de paso entera y/o al seleccionar uno o más puntos finales diferentes para las bandas de paso. Una consideración importante es que tales variaciones no deben reducir la banda de guarda entre bandas de paso a un nivel en el que el sistema que usa los filtros incurra en niveles inaceptables de diafonía entre los canales.

40 La selección de longitudes de onda de banda de paso se realiza de tal forma que cuando una imagen se proyecta con un proyector de cine digital con un punto 1210 blanco P3 y un espacio 1200 de color tal como, por ejemplo, se muestra en la figura 12, el espacio de color resultante en los canales, y más particularmente los espacios de color combinados de las imágenes proyectadas, tienen un espacio de color y un punto blanco que coincide de manera más aproximada con el espacio 1200 de color y el punto 1210 blanco P3 en comparación con el espacio de color y el punto blanco que se produce cuando se usa una separación espectral convencional, tal como se muestra en la figura 13. También se escogen las bandas de paso para maximizar la eficacia al seleccionar bandas de paso que darán como resultado tener aproximadamente los mismos niveles de luminancia, o equilibrados, en cada canal. Mientras haya disponibles un ancho de banda suficiente en cada banda de paso para lograr las mejoras mencionadas (tal como se prueba, por ejemplo, mediante resultados experimentales), no existen límites teóricos en las variaciones que pueden ocurrir con las longitudes de onda de banda de paso de ejemplo descritas en este documento.

50 Obsérvese que existen huecos en el espectro de colores que no existían en el diseño anterior (por ejemplo entre 498 nm y 514 nm 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). Estas muescas están diseñadas para aumentar el espacio de color de modo que coincida con el espacio de color P3 en los proyectores de cine digital. La respuesta del filtro que se necesita para conseguir el resultado P3 correcto se derivó usando la respuesta espectral real (medida) de los proyectores de cine digital, que se refleja en las longitudes de onda escogidas para las bandas de paso descritas anteriormente.

55 Obsérvese también que en el ejemplo ilustrado, las tres subpartes están estructuradas de tal forma que están intercaladas entre los canales derecho e izquierdo. Desde un punto de vista práctico, esto significa que las tres subpartes están dispuestas de tal forma 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 del canal derecho se encuentran en medio de las bandas de paso azules del filtro de proyección del canal izquierdo. Tal intercalación se mantiene preferiblemente en las diversas realizaciones, incluyendo aquellas realizaciones que dividen las bandas de paso en más de 3 subpartes. Aunque teóricamente no existe un límite en el número de subpartes en las que puede dividirse cualquier banda de paso, debido al coste y otros factores, se alcanza rápidamente un punto de rendimiento en disminución y 3 subpartes cada una de azul y verde y 2 subpartes de rojo parecen tener el mayor rendimiento con un coste razonable. Con componentes mejorados y/o costes reducidos de los componentes, puede

obtenerse como resultado un análisis económico diferente y puede que estén justificadas 4, 5, o más subpartes, incluyendo subpartes adicionales de rojo, para aumentos incrementales adicionales en el espacio de color. Tales mejoras incrementales también podrían justificarse con modelos de coste y económicos actuales para mercados de equipos de alto nivel.

5 La figura 15 muestra los diagramas del espacio de color para los filtros de esta invención descritos anteriormente. Tal como se puede ver en la figura 15, la intersección, o el producto, del espacio de color del filtro de proyección del canal izquierdo y el espacio de color del filtro de proyección del canal derecho da como resultado un espacio de color que coincide de manera más próxima con el espacio 1200 de color (figura 12) que el que se produce con una separación
10 espectral convencional. Algunas partes del espacio de color se reducen y otras partes 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 que los espectadores son más sensibles han logrado ganancias importantes con la invención frente a una separación espectral convencional.

15 Las gafas que se usan para visualizar las imágenes proyectadas no tienen que tan complejas tal como el filtro del proyector ya que las muescas que proporcionan un espacio de color mejorado no tienen ningún impacto en la separación del ojo izquierdo/derecho (o canal izquierdo/derecho), y por tanto las muescas no necesitan reproducirse en los filtros de visualización de las gafas (el filtro del proyector tiene más bandas, y por tanto, más complejidad que los filtros de visualización). Tal como se muestra en la figura 16, en una configuración, la lente del ojo derecho de las gafas
20 tendrá un filtro para longitudes de onda de banda de paso de aproximadamente 430 a 440 nm (parte de la banda azul), de 484 a 528 nm (parte de la banda azul, y parte de la banda verde), de 568 a 623 (parte de la banda verde y de la banda roja), que engloban las bandas de paso del filtro del proyector del 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), de 539 a 555 nm (verde), y de 634 a 700 nm (rojo) que engloban las bandas de paso del filtro del proyector del canal izquierdo. Las longitudes de onda por
25 debajo de las longitudes de onda iniciales en el azul (aproximadamente 430 nm) y las longitudes de onda por encima de las longitudes de onda finales en rojo (aproximadamente 700 nm) están más allá del espectro visible y pueden o bien incluirse o bien excluirse de las bandas de paso. Otras permutaciones existen tal como se describió anteriormente (incluyendo el intercambio del canal izquierdo/derecho), pero las lentes del ojo izquierdo y derecho de las gafas incluyen permutaciones correspondientes que engloban o coinciden con las permutaciones del filtro del proyector del canal
30 izquierdo y derecho.

Junto con otros factores tales como el espacio de color y el punto blanco del proyector, las imágenes finales visualizadas a través de las gafas son un producto de los filtros de proyección y los filtros de visualización (por ejemplo, los filtros en las gafas usadas para visualizar las imágenes). En las realizaciones descritas, los filtros receptores son
35 menos exigentes con respecto al diseño de la banda de paso porque tienen menos muescas y generalmente engloban más longitudes de onda en al menos algunas de las bandas de paso. El importante papel que desempeñan las gafas es la separación de todas la imágenes en su conjunto y tal como se proyectan, no de las bandas específicas dentro de cada imagen tal como se describe para los filtros de proyección.

40 La respuesta global (espacio de color y punto blanco) para el ojo es el producto de la respuesta espectral del (de los) filtro(s) del proyector, las lentes/filtros de las gafas, y la respuesta del proyector de cine digital de base (espacio de color y punto blanco del proyector de cine digital sin los filtros del proyector del canal izquierdo y derecho). Sin embargo, el espacio de color se define en su mayor parte por la posición de las bandas de paso y las muescas en las bandas amarilla y azul-verde, y por tanto, la respuesta global es en su mayor parte en función del filtro del proyector (porque las
45 gafas no necesitan y preferiblemente no tienen las muescas).

En parte debido a la complejidad más baja de los filtros de las gafas (o de visualización), los filtros de las gafas también son comparativamente menos caros de producir en comparación con los filtros de proyección. Esto es un beneficio porque los filtros de las gafas se materializan generalmente como un par de gafas que usan los espectadores
50 (incluyendo el público en general), y por tanto es probable que estén sujetos a un cuidado no perfecto, mientras que el equipo del proyector incluyendo los filtros del proyector generalmente se guardan en ambientes más seguros y estables. Además, generalmente las gafas se compran en cantidades mayores que el (los) filtro(s) del proyector.

Otro aspecto de las complejidades divergentes de los filtros de las gafas (o de visualización) en comparación con los
55 filtros del proyector es que crean un sistema de filtrado asimétrico. Es decir, cada filtro de visualización y su filtro de proyección correspondiente del mismo canal no son simétricos en cuando al ancho de banda y/o el número de bandas de paso. Las bandas de paso de los filtros de visualización pueden englobar completamente las bandas de paso de los filtros de proyección (y, en algunas realizaciones, las bandas de paso del filtro del proyector pueden estar desplazadas al azul con respecto a las bandas de paso de los filtros de visualización para tener en cuenta desplazamientos al azul
60 relacionados con el ángulo de visualización en los filtros de visualización). Independientemente de si los filtros de proyección están englobados completamente por las bandas de paso de los filtros de visualización, las bandas de paso de los filtros de visualización y proyección preferiblemente son diferentes. Por tanto, un resultado preferido es un sistema de filtrado asimétrico.

La respuesta del filtro del proyector particular usada al describir la invención usa 3 divisiones de las bandas de color azul y verde del proyector. La banda roja se divide en dos partes (una parte para el canal derecho y una parte para el canal izquierdo). Se pueden utilizar divisiones adicionales para aumentar el espacio de color, aunque puede incurrirse en un coste adicional de los filtros. Una selección cuidadosa de las bandas de paso ópticas proporciona una coincidencia próxima al espacio de color y al punto blanco del proyector no filtrado original. El diseño de las gafas es de tal manera que tienen la misma complejidad del diseño de separación espectral convencional, pero proporciona 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 1700 de proyección según una realización de la presente invención. El sistema 1700 de proyección incluye un proyector 1705 de cine digital que proyecta imágenes en 3D espectralmente separadas (una imagen del canal izquierdo y una imagen del canal derecho) a través del filtro 1730 de proyección y una lente 1720 de proyección sobre una pantalla 1710 para su visualización con gafas 1715. Las gafas 1715 incluyen, por ejemplo, filtros espectralmente separados dispuestos como recubrimientos en cada lente de las gafas de tal forma que la lente derecha comprende un filtro que coincide con o engloba las bandas de paso del filtro del canal derecho y la lente izquierda comprende un filtro que coincide con o engloba las bandas de paso del filtro del canal izquierdo (se pretende que cada una de las imágenes de los canales izquierdo y derecho se visualicen por el ojo izquierdo o derecho correspondiente del espectador a través de la lente/filtro del 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 *Richards et al.*, una solicitud de patente estadounidense titulada METHOD AND SYSTEM FOR SHAPED GLASSES AND VIEWING 3D IMAGES, n.º de serie 11/801.574, presentada el 09 de mayo de 2007.

El proyector 1705 recibe datos de imágenes para su proyección desde un servidor 1780. El contenido 3D se proporciona al servidor 1780 desde, por ejemplo, una unidad 1740 de disco. Alternativamente, el contenido 3D puede transmitirse al proyector 1705 por un enlace seguro de red 1755 desde, por ejemplo, un almacén 1750 o estudio de imágenes. Pueden alimentarse también otros múltiples proyectores (por ejemplo en salas de cine de todo el mundo, 1760, 1760_n) desde una red similar u otras conexiones electrónicas o inalámbricas, incluyendo redes inalámbricas, transmisión por satélite, o emisiones de ondas aéreas de calidad (por ejemplo, emisión de alta definición o mejor).

El servidor 1780 incluye un módulo 1775 de corrección de color que realiza transformaciones matemáticas del color que va a reproducirse por el proyector antes de la proyección de las imágenes. Las transformaciones matemáticas utilizan datos de imágenes para cada uno de los canales izquierdo o derecho y los transforman en parámetros de acuerdo con los colores primarios o bandas de paso del filtro del canal izquierdo o derecho correspondiente. La transformación matemática, o correcciones de color, ajustan el matiz de cada imagen y maximizan el espacio de color disponible y hacen coincidir el espacio de color y el punto blanco del proyector 1705 tanto como sea posible. La cantidad de corrección de color requerida se reduce de manera significativa en comparación con una separación espectral convencional.

El contenido 3D con color corregido se transmite al proyector 1705. El contenido 3D incluye las imágenes del canal izquierdo y derecho que se conmutan a una velocidad suficientemente rápida para mezclarse en una sola imagen en 3D cuando se visualiza por un espectador a través de las gafas 1715. En algún punto en el camino óptico del sistema de proyección, se utilizan filtros según la presente invención. Por ejemplo, una rueda 1730 de filtros se coloca en un punto en el camino óptico más cerca de la fuente de luz. La figura 17B proporciona un ejemplo ilustrativo de una rueda 1730 de filtros en vistas frontal, lateral y angular. Las especificaciones en cuanto a las dimensiones físicas apropiadas y las características de la rueda 1730 de filtros a modo de ejemplar incluyen, por ejemplo: un diámetro 1732 exterior (OD) de 125,00 mm +/- 0,15 mm, un orificio 1734 interior con un diámetro (ID) de 15,08 mm +/- 0,04 mm (es decir, por ejemplo, descentrado no más de 0,075 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 sílice fundida, filtro monolítico, 2 secciones (por ejemplo, TIPO A, un primer filtro de canal, y TIPO B, un segundo filtro de canal), una transición indefinida de cómo máximo 3 mm, apertura clara: 1 mm desde el OD, 10 mm desde el ID, calidad de superficie: 80-50 con el número de estrías medido en anchura en micrones, acabado de borde: de fábrica, chips de borde: inferiores o iguales a 1 mm. Todas estas especificaciones son a modo de ejemplo y pueden utilizarse otras combinaciones de materiales, dimensiones y/o técnicas de construcción, etc. Alternativamente, se coloca un filtro 1725 conmutado electrónicamente, por ejemplo, después de la lente 1720 de proyección.

Un controlador 1735 proporciona señales que mantienen una sincronización entre el filtro 1730 y la imagen que se está proyectando. Por ejemplo, las características de un filtro del canal izquierdo según la presente invención están activas cuando se está proyectando una imagen del canal izquierdo, y las características de un filtro del canal derecho según la presente invención están activas cuando se está proyectando una imagen del canal derecho. En una caja de filtro conmutado electrónicamente, el controlador señala la conmutación entre los filtros del canal izquierdo y derecho en sincronía con las proyecciones de imagen izquierda y derecha. En la realización con la rueda de filtros, por ejemplo, el controlador mantiene una velocidad rotacional y una sincronía entre las imágenes del canal izquierdo y derecho y los filtros del canal izquierdo y derecho respectivamente. La imagen mezclada tal como se visualiza a través de los cristales 1710 tiene un espacio de color y un punto blanco que coinciden de manera próxima con un espacio de color y un punto blanco del proyector 1705 sin filtro 1730.

Una rueda de filtros que tiene filtros de proyección del canal izquierdo y derecho dispuestos en la misma puede colocarse dentro del proyector de películas entre la fuente de luz y la barra integradora del proyector de películas. La ventaja de esta colocación es que la cantidad de luz que pasa a través de los componentes ópticos restantes se reduce y es menos probable sobrecargar la electrónica sensible u otros componentes (por ejemplo DLP, LCOS, u otros procesadores de luz o válvulas de luz en el proyector), pero la cantidad de luz que sale del sistema de proyección es equivalente a las realizaciones en las que el (los) filtro(s) de proyección se coloca(n) en ubicaciones más aguas abajo. Alternativamente, la energía de la fuente de luz puede aumentarse dando como resultado una salida aumentada sin poner en peligro la barra integradora u otros componentes aguas abajo.

Ventajas adicionales de la ubicación descrita del filtro es que el filtro puede hacerse más pequeño que en la mayoría de otros puntos en el parche de luz, y a un coste reducido en comparación con filtros más grandes. También, las imágenes formadas después del filtrado son generalmente más nítidas que las imágenes formadas y después filtradas.

En una realización, el filtro de proyección es una rueda de filtros en la que aproximadamente 1/2 de la rueda tiene características de filtro de un filtro del canal izquierdo según la presente invención y aproximadamente 1/2 de la rueda tiene características de filtro de un filtro del canal derecho según la presente invención. La tabla 1 especifica una especificación de rueda de filtros a modo de ejemplo para un filtro multibanda que tiene una sección de filtro del canal izquierdo y una sección de filtro del canal derecho. Los valores Delta que se muestran en la tabla 1 especifican una inclinación (pendiente) de los bordes de las bandas. Los valores T50 especifican la longitud de onda en el borde de la banda donde la transmisión de luz es del 50%. En las longitudes de onda paso banda, la transmisión es de al menos el 90%, y en las longitudes de onda de rechazo de banda la transmisión es de menos del 0,5%. La rueda puede tener, por ejemplo, un diámetro de aproximadamente 125 mm de diámetro, que es muy apropiado para su instalación en un proyector de cine digital (por ejemplo, el proyector 705) entre la fuente de luz y la barra integradora.

Tabla 1

Especificación de la 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 +- 2nm	
< 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	↓ 1498 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
< 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 anteriores incluyen un cierto desplazamiento al azul previo según la solicitud de patente anteriormente citada de *Richards et al.* Sin embargo, la inclusión del desplazamiento al azul y otras características no es necesaria.

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

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
-	-		↓> 700 nm

La figura 18 es un dibujo de una disposición de filtros fijos en un sistema 1800 de dos proyectores según una realización de la presente invención. Las imágenes del canal izquierdo y derecho se derivan, decodifican, recuperan, o reconstruyen a partir de datos almacenados en una unidad 1840 de disco (o se reciben desde una red apropiada o una recepción de transmisión) por un servidor 1880. La corrección de color tal como se ha descrito anteriormente también se puede aplicar (no se muestra).

Las imágenes del canal izquierdo y derecho, decodificadas, con color corregido (en su caso) se proyectan después simultáneamente desde los proyectores 1805A y 1805B de canal izquierdo y derecho sobre la pantalla 1810 para visualizarse a través de las gafas 1715. Un filtro 1825 del canal derecho que tiene características de banda de paso tal como se ha descrito anteriormente se usa para filtrar la imagen del canal derecho proyectada. Un filtro 1820 del canal izquierdo que tiene características de banda de paso tal como se ha descrito anteriormente se usa para filtrar la imagen del canal izquierdo proyectada. Los filtros del canal derecho e izquierdo son filtros fijos (por ejemplo, filtros con características que no cambian con el tiempo), y se construyen, por ejemplo, a partir de un sustrato claro (por ejemplo, vidrio) recubierto con capas apropiadas para producir las bandas de paso para las características de filtro del canal izquierdo o derecho deseadas. El filtro fijo puede ubicarse en el proyector en cualquier punto en el camino óptico, o puede ubicarse fuera del proyector más allá de la lente de proyección tal como se muestra en la figura 18.

Aunque la presente invención se ha descrito principalmente como aumentar el espacio de color al aumentar el número de bandas de paso en las longitudes de onda azul y verde (y al intercalar las bandas de paso entre los canales izquierdo y derecho), la invención no debe limitarse a aumentar el número de bandas de paso en el mismo número o en las mismas longitudes de onda como se describe específicamente en el presente documento, y debe incluir cualquier número de bandas de paso aumentado en cualquier longitud de onda capaz de pasar por el filtro de proyección. Por ejemplo, en lugar de dividir el color primario azul en tres subpartes (2 subpartes en un canal y una parte en el otro canal); el color primario azul puede dividirse en cuatro o más subpartes (por ejemplo, 3 subpartes en un canal y 2 subpartes en el otro canal). Además, la división de subpartes tal como se describe en el presente documento puede realizarse en cualquiera de las longitudes de onda disponibles y por tanto puede extenderse a longitudes de onda rojas. Más aún, la explicación anterior no debe verse como que limita implementaciones en las que las subpartes adicionales de las bandas azul y verde están necesariamente en el mismo canal, ya que la invención puede ponerse en práctica con 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 realizaciones con más de tres subpartes en las que las subpartes adicionales pueden estar en cualquier banda de color y cualquiera de los canales.

En otro ejemplo más, las menciones con respecto a las lentes de vidrio curvadas que tienen un radio de curvatura de 50 mm es a modo de ejemplo y cualquier otro radio puede utilizarse mientras que el radio no se extienda hacia el infinito (haciendo las gafas planas, o esencialmente planas). Por ejemplo, un radio de 40 mm o un radio de 80 mm o más (por ejemplo, incluso hasta 200 mm) puede proporcionar alternativas apropiadas y no perjudicar a 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 vidrio es de 90 mm (alternativamente, aproximadamente 90 mm) lo que representa un equilibrio aceptable considerando el coste y la dificultad de recubrir lentes con una mayor cantidad de curvatura sin perjudicar demasiado sustancialmente los beneficios de lentes curvadas óptimamente.

Al describir las realizaciones preferidas de la presente invención que se ilustra en los dibujos, se emplea terminología específica por motivos de claridad. Sin embargo, la presente invención no pretende limitarse a la terminología específica seleccionada de esa forma, y ha de entenderse que cada elemento específico incluye todos los equivalentes técnicos que funcionen de manera similar.

Por ejemplo, al describir un filtro del proyector, cualquier otro dispositivo equivalente o dispositivo que tenga una función o capacidad equivalente, esté o no indicado en el presente documento, puede sustituir al mismo. En otro ejemplo, al describir una capa dieléctrica, cualquier otro material usado como filtro y que presente un desplazamiento de longitud de onda sustancial (por ejemplo recubrimientos de nanomateriales), ya sea usados por sí solo o en combinación con otros, de tal forma que tenga una función o capacidad equivalente, esté o no indicado en el presente documento, puede sustituir al mismo. En otro ejemplo, una pieza de puente flexible puede sustituirse por cualquier mecanismo adecuado

para ajustar el ángulo diedro de la lente, incluyendo un mecanismo de trinquete, topes accionados por resorte, etc. En otro ejemplo más, las lentes según la presente invención pueden construirse de vidrio, plástico, o cualquier otro material que proporcione las formas apropiadas tal como se ha descrito anteriormente.

5 Además, los inventores reconocen que las tecnologías recientemente desarrolladas que ahora no son conocidas también pueden sustituir a las partes descritas y aún así no alejarse del alcance de la presente invención. Todos los demás elementos descritos, incluyendo, pero sin limitarse a, lentes, capas, filtros, ruedas, pantallas, dispositivos de exhibición, bandas de paso, recubrimientos, gafas, controladores, proyectores, pantallas de exhibición, redes u otras funcionalidades de transmisión, etc. también deben considerarse a la luz de todos y cada uno de los equivalentes
10 disponibles.

Obviamente, son posibles numerosas modificaciones y variaciones de la presente invención a la luz de las enseñanzas anteriores. Por tanto, ha de entenderse que dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención puede ponerse en práctica de otra forma a como se ha descrito específicamente en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de visualización, que comprende:
- 5 - gafas (490) que comprenden un par de filtros de visualización izquierdo (496A) y derecho (496B) espectralmente complementarios dispuestos en las gafas (490); y
- un sistema (1800) de exhibición configurado para exhibir imágenes izquierda y derecha espectralmente separadas,
- 10 - en el que la imagen izquierda se visualiza a través del filtro (496A) de visualización izquierdo y la imagen derecha a través del filtro (496B) de visualización derecho;
- en el que el sistema (1800) de exhibición comprende de un par de filtros de proyección izquierdo (1820) y derecho (1825) espectralmente complementarios,
- 15 - en el que el filtro (1820) de proyección izquierdo está configurado para transmitir la imagen izquierda, y el filtro (1825) de proyección derecho está configurado para transmitir la imagen derecha; y
- en el que al menos un filtro (1825) de proyección tiene un número de bandas de paso mayor que el filtro (496B) de visualización correspondiente, y
- 20 - en el que
- las bandas de paso de cada filtro (496A, 496B) de visualización engloban completamente las bandas de paso del filtro (1820, 1825) de proyección correspondiente, o
- 25 -- las bandas de paso de cada filtro (1820, 1825) de proyección están desplazadas al azul en comparación con las bandas de paso del filtro (496A, 496B) de visualización correspondiente, de tal forma que las bandas de paso de cada filtro (496A, 496B) de visualización engloban aproximadamente las bandas de paso del filtro (1820, 1825) de proyección correspondiente,
- 30 - de tal forma que al menos una banda de luz que está bloqueada por dicho al menos uno de los filtros (1825) de proyección pasa por el filtro (496B) de visualización correspondiente.
- 35 2. Sistema de visualización según la reivindicación 1, en el que la al menos una banda de luz que está bloqueada por uno de los filtros (1825) de proyección y que pasa por el filtro (496B) de visualización correspondiente está entre colores adyacentes y no pasa por el otro filtro (496A) de visualización.
- 40 3. Sistema de visualización según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la al menos una banda de luz que está bloqueada por uno de los filtros (1825) de proyección y pasa por el filtro (496B) de visualización correspondiente es una banda de luz entre al menos una de las bandas de luz azul (1410-B2) y verde (1410-G1) y las bandas de luz verde (1410-G2) y roja (1410-R).
- 45 4. Sistema de visualización según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema (1800) de exhibición comprende un proyector (1805A, 1805B) configurado para exhibir las imágenes izquierda y derecha espectralmente separadas con una cantidad predeterminada de desplazamiento al azul previo.
- 50 5. Sistema de visualización según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primero de los filtros (496B) de visualización espectralmente complementarios comprende tres bandas de paso mutuamente exclusivas de luz visible, es decir, una primera banda de paso configurada para dejar pasar sólo un primer color de luz, una segunda banda de paso configurada para dejar pasar dos colores de luz adyacentes en el espectro que comprenden el primer color de luz y un segundo color de luz, y una tercera banda de paso configurada para dejar pasar dos colores de luz adyacentes en el espectro que comprenden el segundo color de luz y un tercer color de luz.
- 55 6. Sistema de visualización según la reivindicación 5, en el que la primera banda de paso del primer filtro (496B) de visualización oscila desde por debajo de aproximadamente 430 nm hasta aproximadamente 442 nm, la segunda banda de paso del primer filtro (496B) de visualización oscila desde aproximadamente 486 nm hasta aproximadamente 528 nm, y la tercera banda de paso del primer filtro (496B) de visualización oscila desde aproximadamente 571 nm hasta aproximadamente 624 nm.
- 60 7. Sistema de visualización según la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el que el segundo de los filtros (496A) de visualización espectralmente complementarios tiene una primera banda de paso configurada para dejar pasar sólo el primer color de luz, una segunda banda de paso configurada para dejar pasar sólo el segundo color de luz, y una región de transmisión adicional que deja pasar el tercer color de luz.

8. Sistema de visualización según la reivindicación 7, en el que la primera banda de paso del segundo filtro (496A) de visualización oscila desde aproximadamente 458 nm hasta aproximadamente 472 nm, la segunda banda de paso del segundo filtro (496A) de visualización oscila desde aproximadamente 540 nm hasta aproximadamente 557 nm, y la región de transmisión adicional del segundo filtro (496A) de visualización oscila desde aproximadamente 637 nm hasta por encima de aproximadamente 700 nm.
9. Sistema de visualización según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los filtros (496A, 496B) de visualización espectralmente complementarios están dispuestos en las lentes (492A, 492B) de las gafas (490);
- los filtros (496A, 496B) de visualización espectralmente complementarios tienen en cuenta un desplazamiento al azul que ocurre cuando se visualizan imágenes en ángulos fuera de la normal mediante tanto una combinación de bandas de guarda entre las bandas de paso de uno de los filtros (496A, 496B) de visualización y las bandas de paso del otro de los filtros (496B, 496A) de visualización, como una curvatura de las lentes (492A, 492B); y
 - la curvatura de las lentes (492A, 492B) comprende un radio de aproximadamente 40 mm a 200 mm.
10. Uso de un par de filtros de visualización izquierdo (496A) y derecho (496B) espectralmente complementarios en un sistema de visualización, comprendiendo el sistema de visualización:
- gafas (490) que comprenden un par de filtros de visualización izquierdo (496A) y derecho (496B) espectralmente complementarios dispuestos en las gafas (490), y
 - un sistema (1800) de exhibición configurado para exhibir imágenes izquierda y derecha espectralmente separadas en diferentes bandas de ondas de exhibición,
 - en el que la imagen izquierda se visualiza a través del filtro (496A) de visualización izquierdo y la imagen derecha a través del filtro (496B) de visualización derecho;
 - en el que al menos una de las imágenes izquierda o derecha se exhibe sobre un número de bandas de ondas de exhibición superior al número de bandas de paso del filtro de visualización correspondiente,
 - en el que
 - las bandas de paso de cada filtro (496A, 496B) de visualización engloban completamente las bandas de ondas de exhibición de la imagen correspondiente, o
 - las bandas de ondas de exhibición de la imagen izquierda están desplazadas al azul en comparación con las bandas de paso del filtro (496A) de visualización izquierdo de tal forma que las bandas de paso del filtro (496A) de visualización izquierdo engloban aproximadamente las bandas de ondas de exhibición de la imagen izquierda, y las bandas de ondas de exhibición de la imagen derecha están desplazadas al azul en comparación con las bandas de paso del filtro (496B) de visualización derecho de tal forma que las bandas de paso del filtro (496B) de visualización derecho engloban aproximadamente las bandas de ondas de exhibición de la imagen derecha,
 - de tal forma que al menos una banda de luz que el sistema (1800) de exhibición no exhibe en ninguna de las imágenes izquierdas pasa por el filtro (496A) de visualización izquierdo, y/o al menos una banda de luz que el sistema (1800) de exhibición no exhibe en ninguna de las imágenes derechas pasa por el filtro (496B) de visualización derecho.
11. Uso según la reivindicación 10, en el que el sistema (1800) de exhibición comprende un par de filtros de proyección izquierdo (1820) y derecho (1825) espectralmente complementarios, y en el que al menos una banda de luz que está bloqueada por uno de los filtros (1825) de proyección pasa por el filtro (496B) de visualización correspondiente.
12. Uso según la reivindicación 10 o la reivindicación 11,
- en el que la al menos una banda de luz no exhibida está entre colores adyacentes y no pasa por el otro filtro (496A, 496B) de visualización; o
 - en el que la al menos una banda de luz no exhibida es una banda de luz entre al menos una de las bandas de luz azul (1410-B2) y verde (1410-G1) y las bandas de luz verde (1410-G2) y roja (1410-R).
13. Método para proporcionar un sistema (1800) de visualización en 3D según la reivindicación 1, comprendiendo el método proporcionar un primer conjunto de filtros que comprende un filtro (1825) de proyección y un filtro (496B) de visualización,
- en el que el filtro (1825) de proyección tiene un número de bandas de paso mayor que el filtro (496B) de visualización.

14. Método según la reivindicación 13,
- en el que los anchos de banda y el número de bandas de paso de cada filtro (1825, 496B) del primer conjunto de filtros no son iguales; y/o
- 5 - que comprende además un segundo conjunto de filtros (1820, 496A) en el que el primer conjunto de filtros (1825, 496B) está situado en un camino óptico del sistema (1800) y configurado para dejar pasar longitudes de onda de un primer canal del sistema y el segundo conjunto de filtros (1820, 496A) está configurado para dejar pasar longitudes de onda de un segundo canal del sistema (1800).
- 10 15. Método según la reivindicación 13 o la reivindicación 14,
- en el que el filtro (1825) de proyección del primer conjunto de filtros comprende al menos un canal configurado para dejar pasar múltiples bandas de paso primarias para una luz del mismo color.

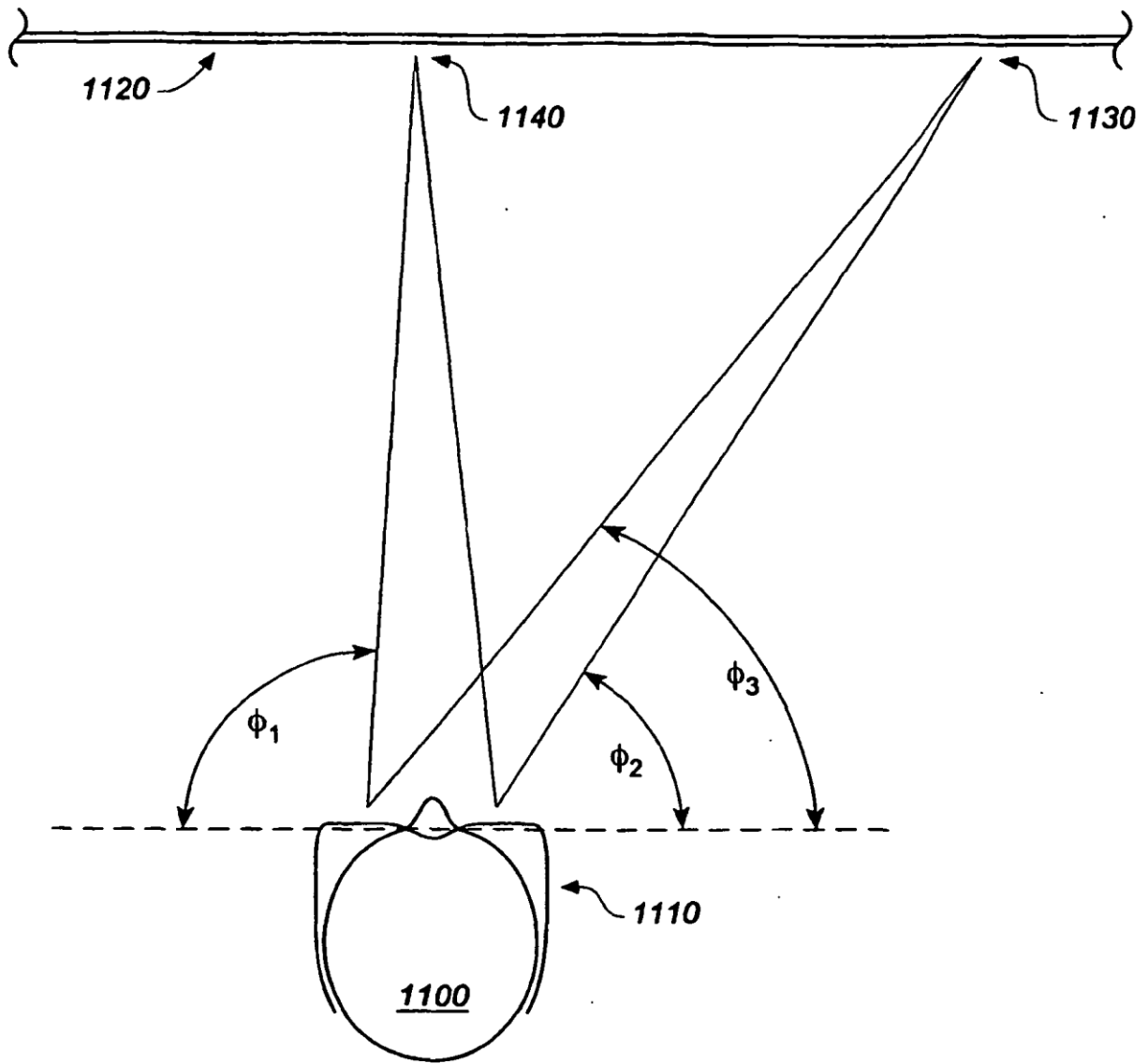


FIG. 1A

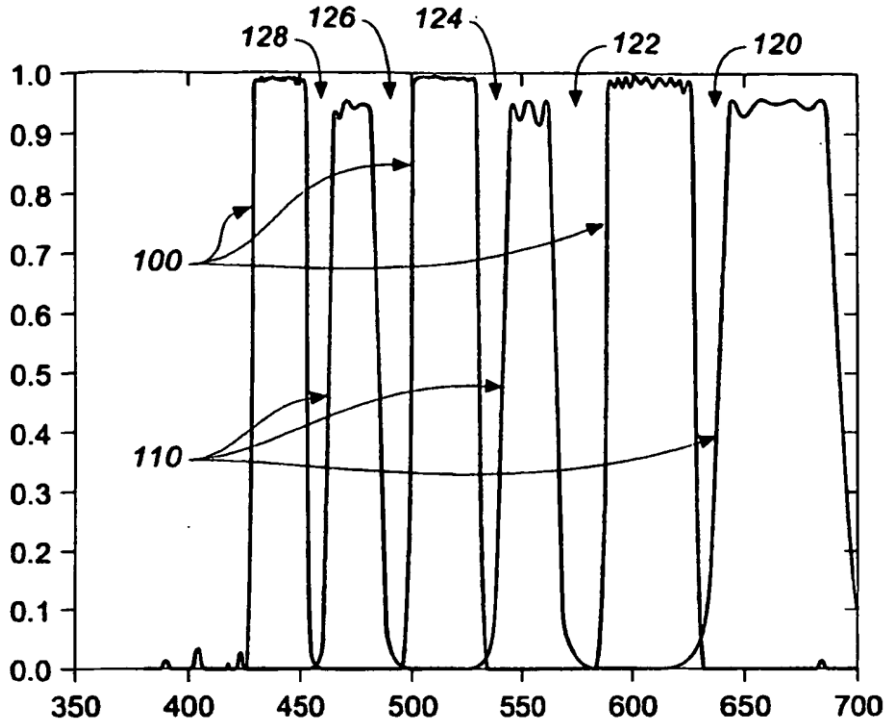


FIG. 1B

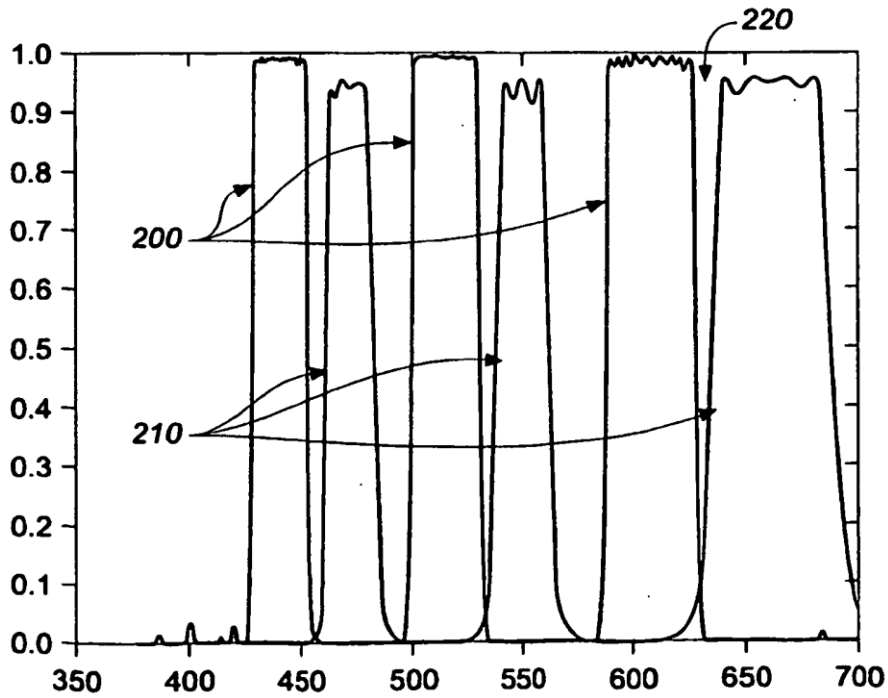


FIG. 2

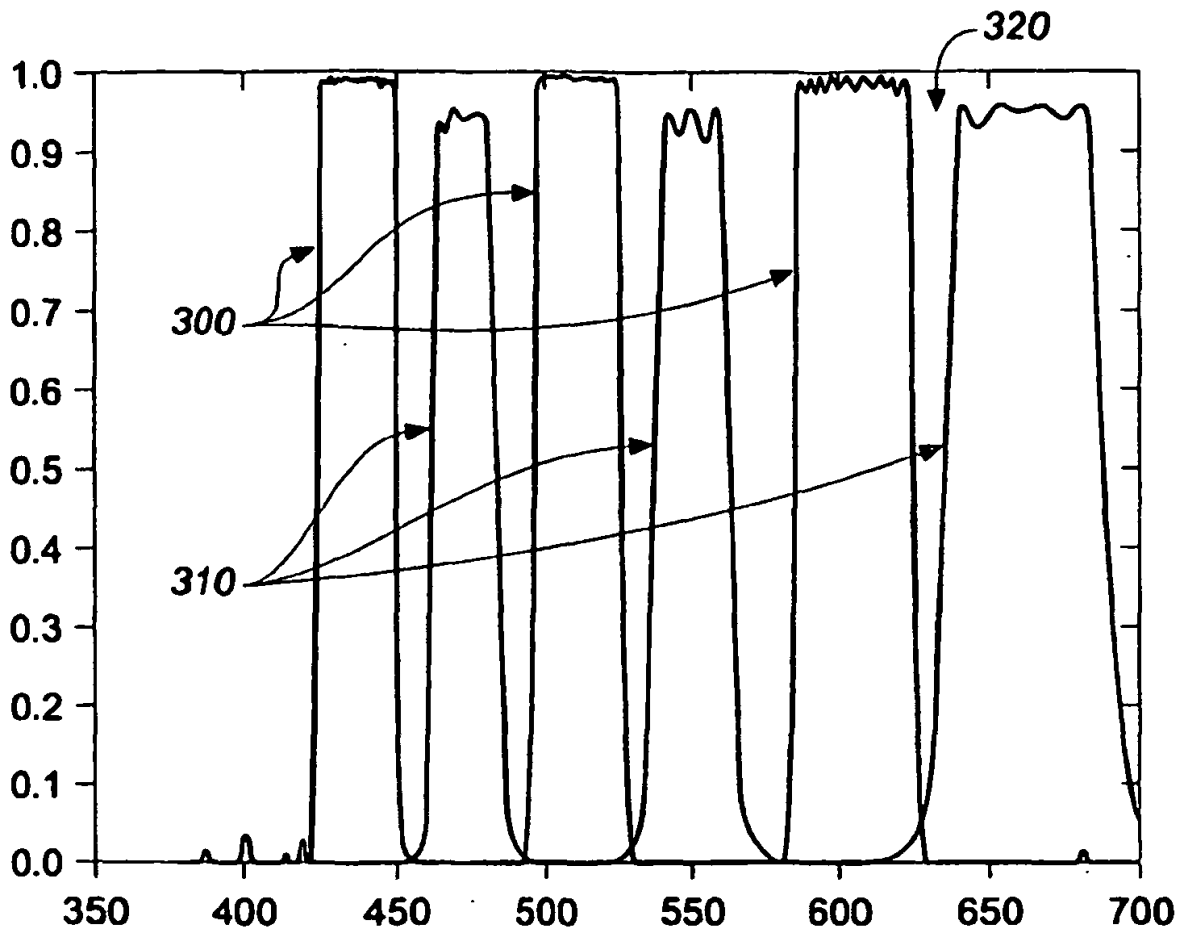


FIG. 3

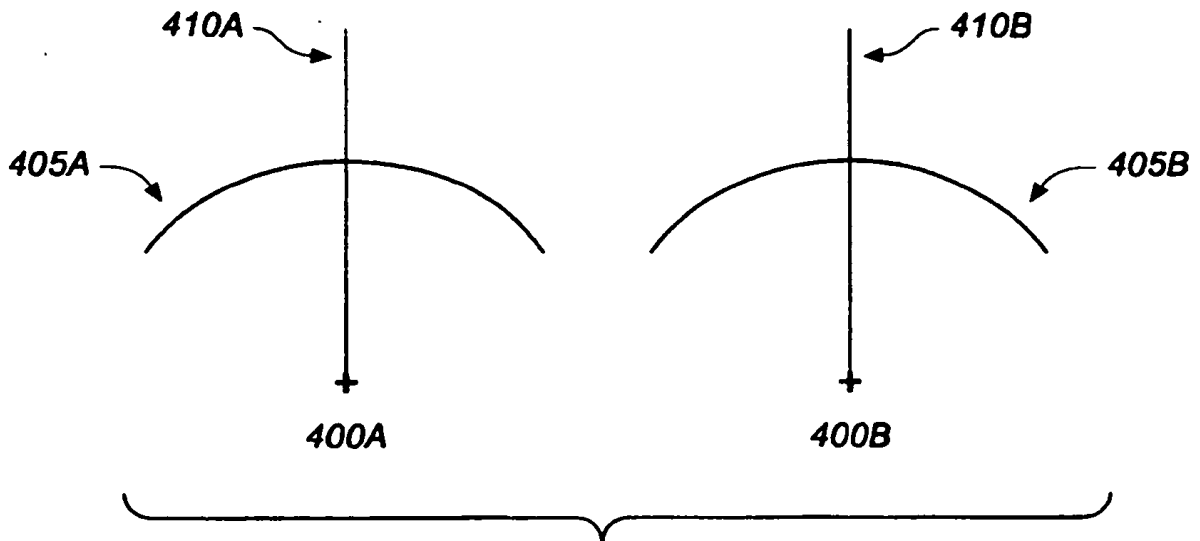


FIG. 4A

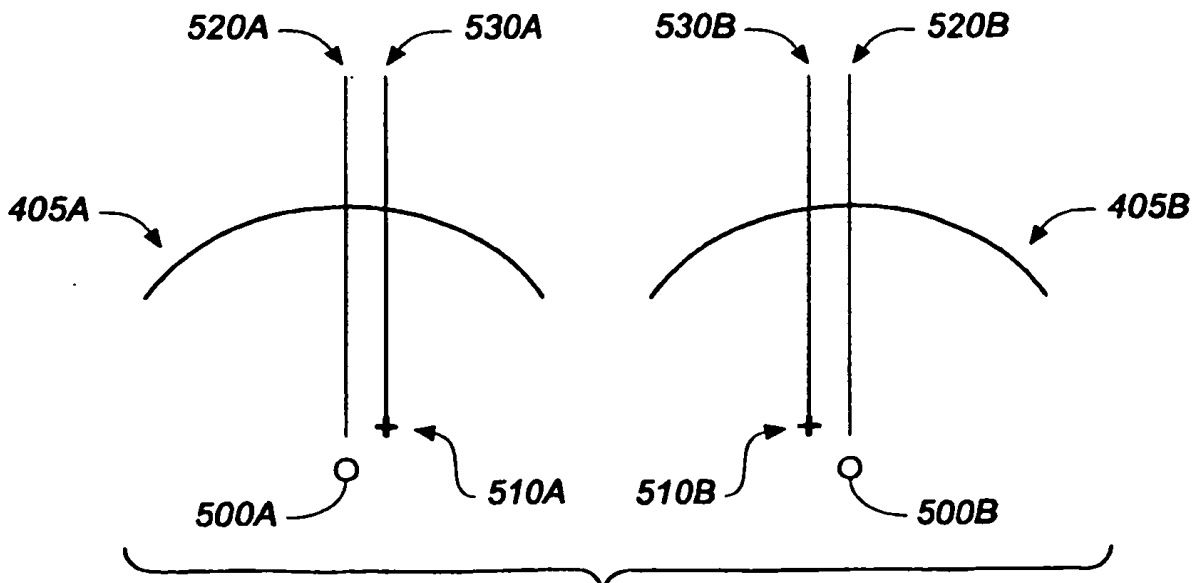


FIG. 5

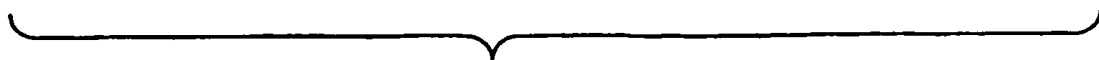
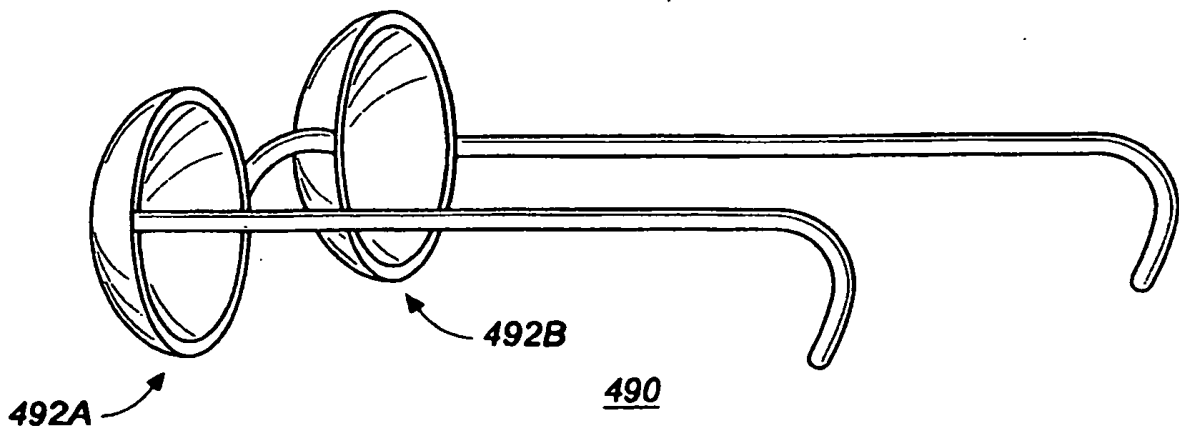
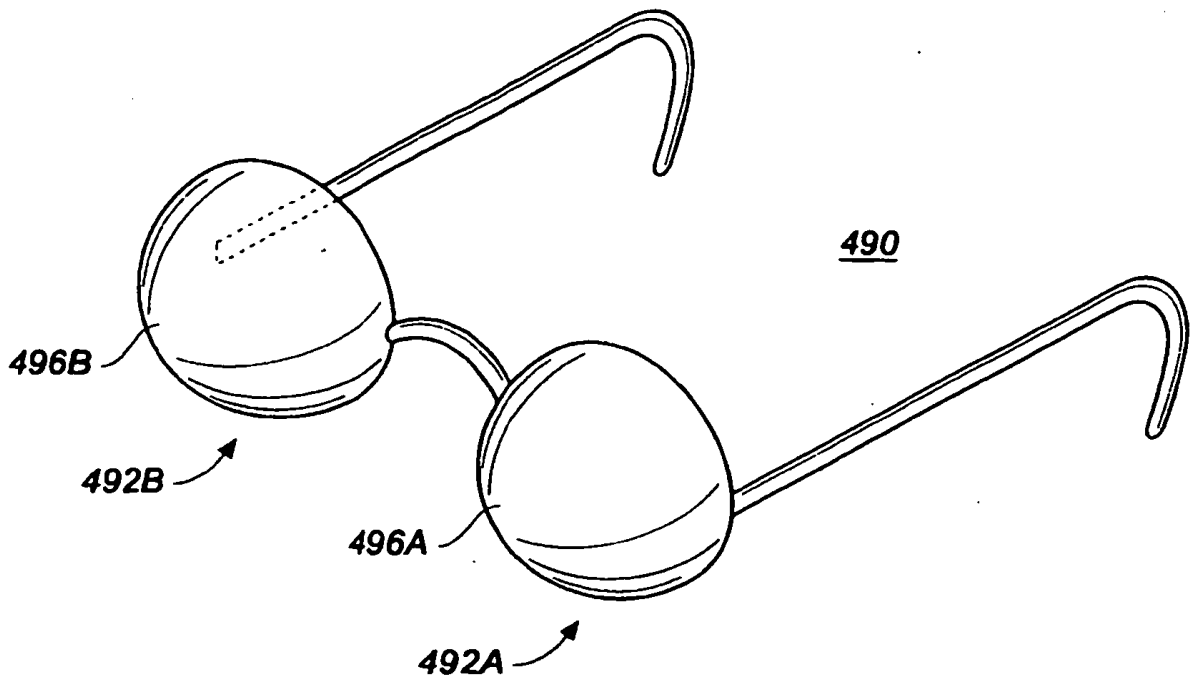


FIG. 4B

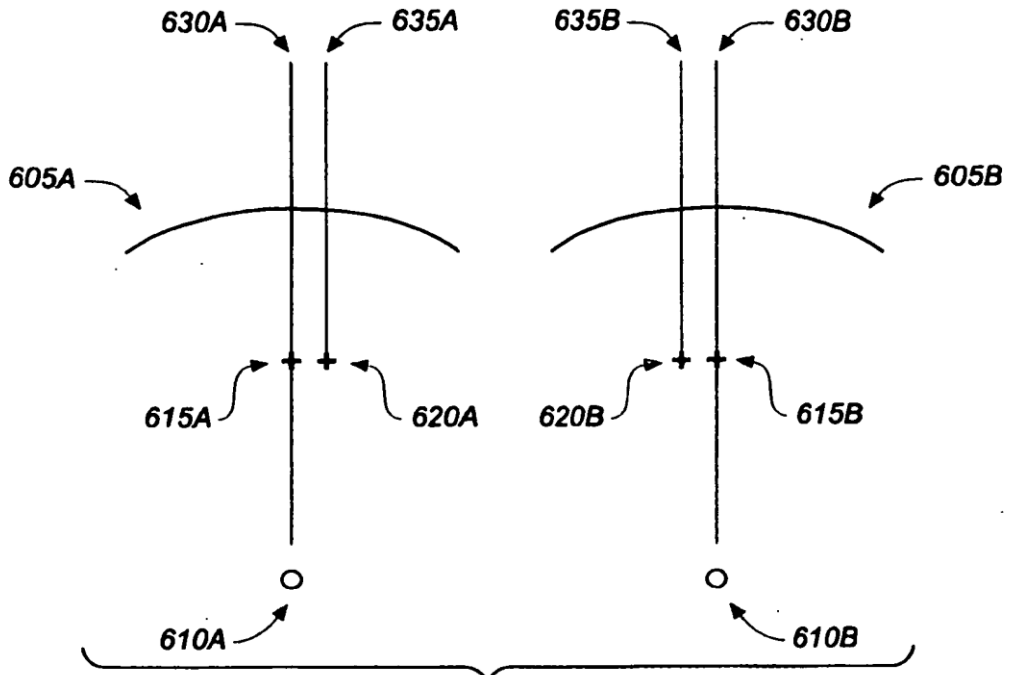


FIG. 6

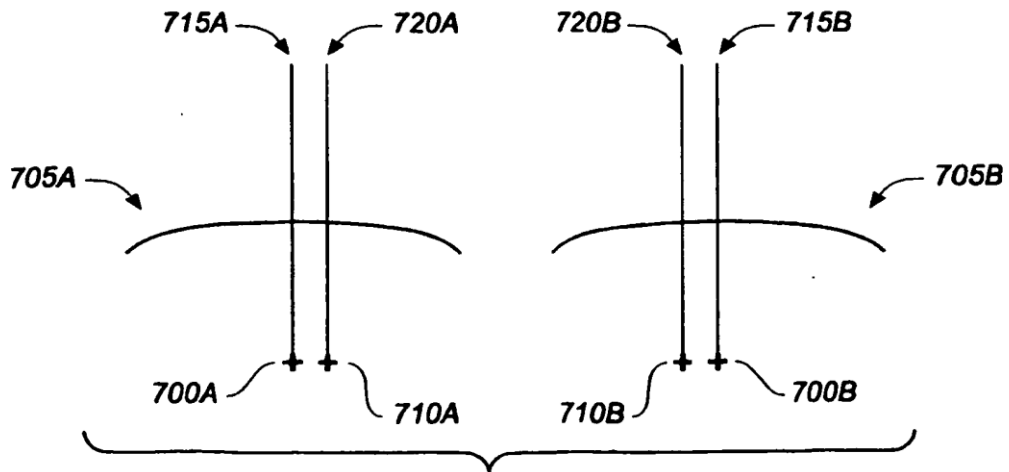


FIG. 7

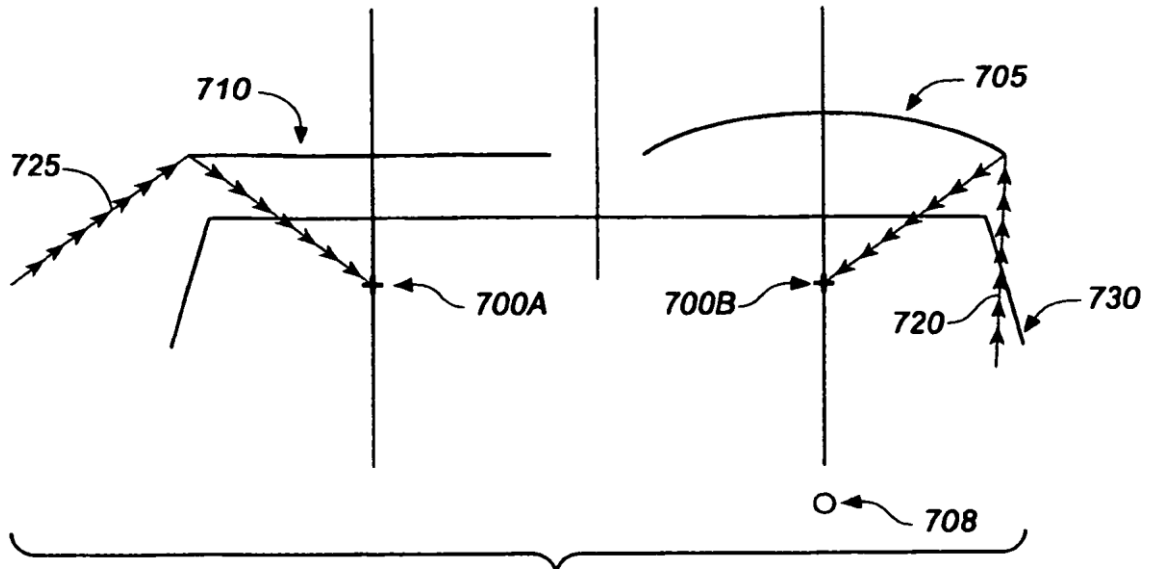


FIG. 8A

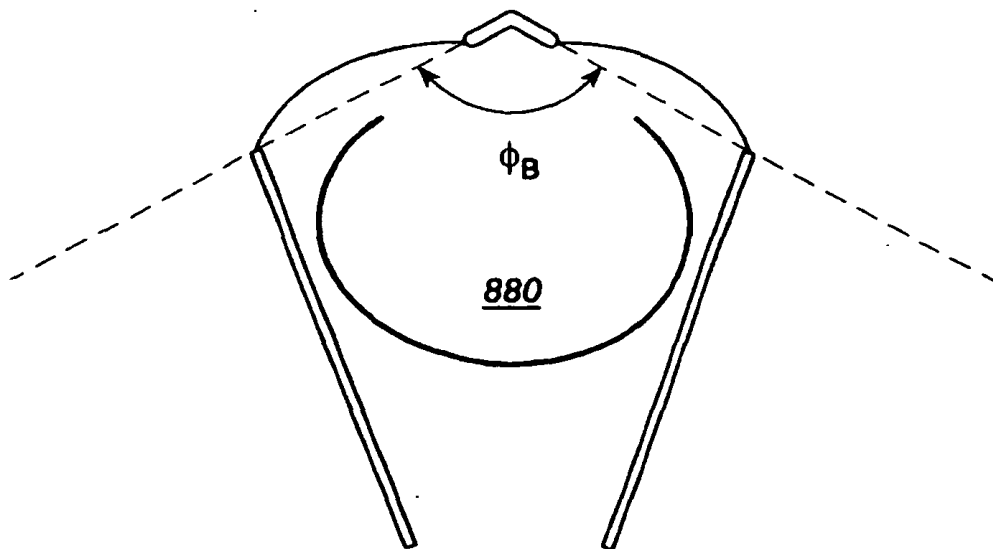
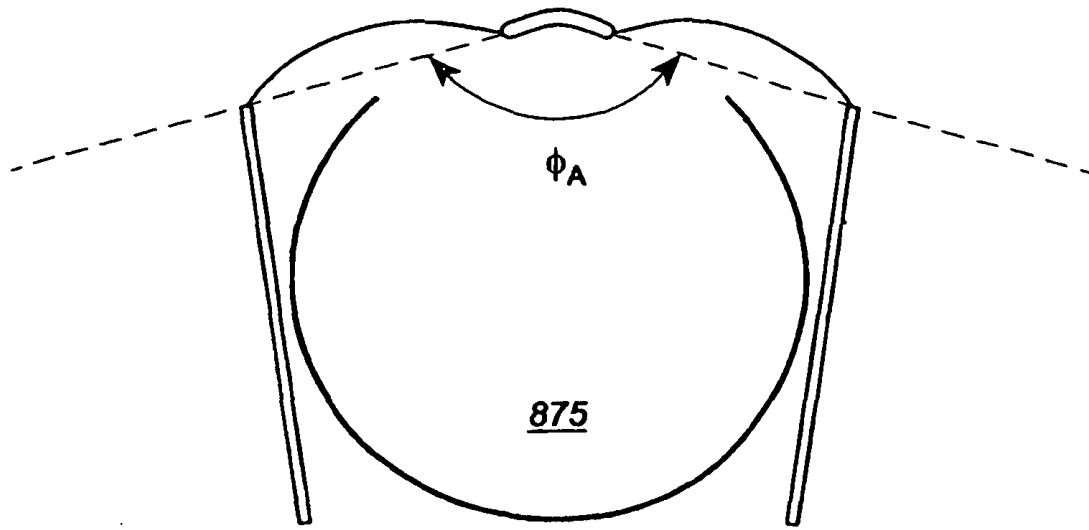


FIG. 8B

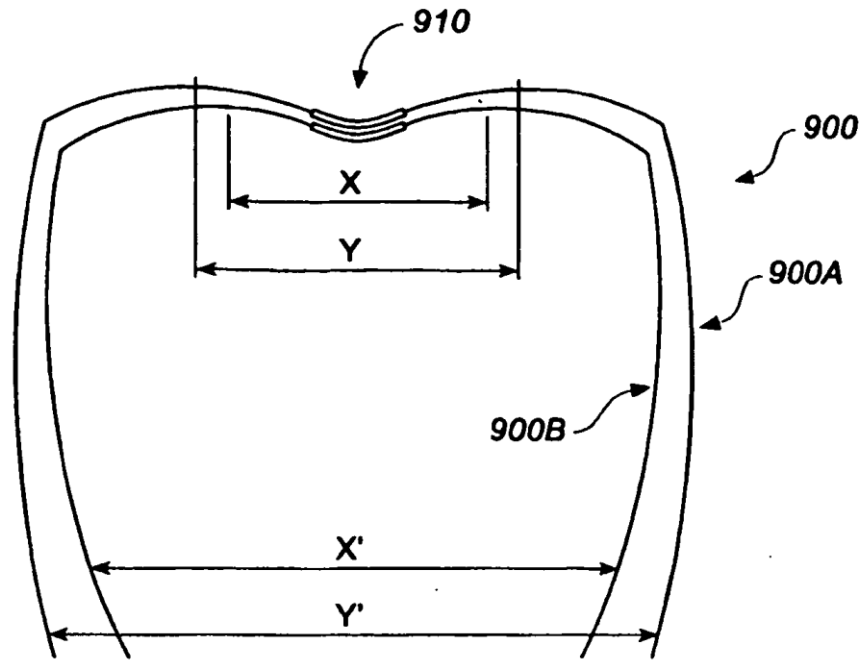


FIG. 9

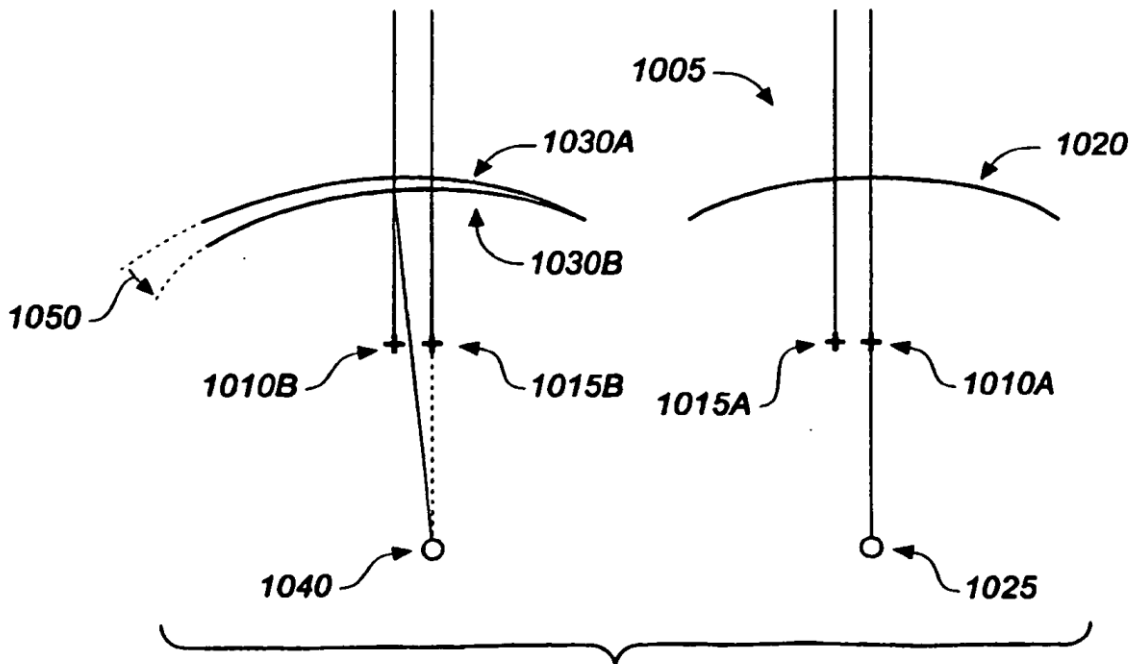


FIG. 10

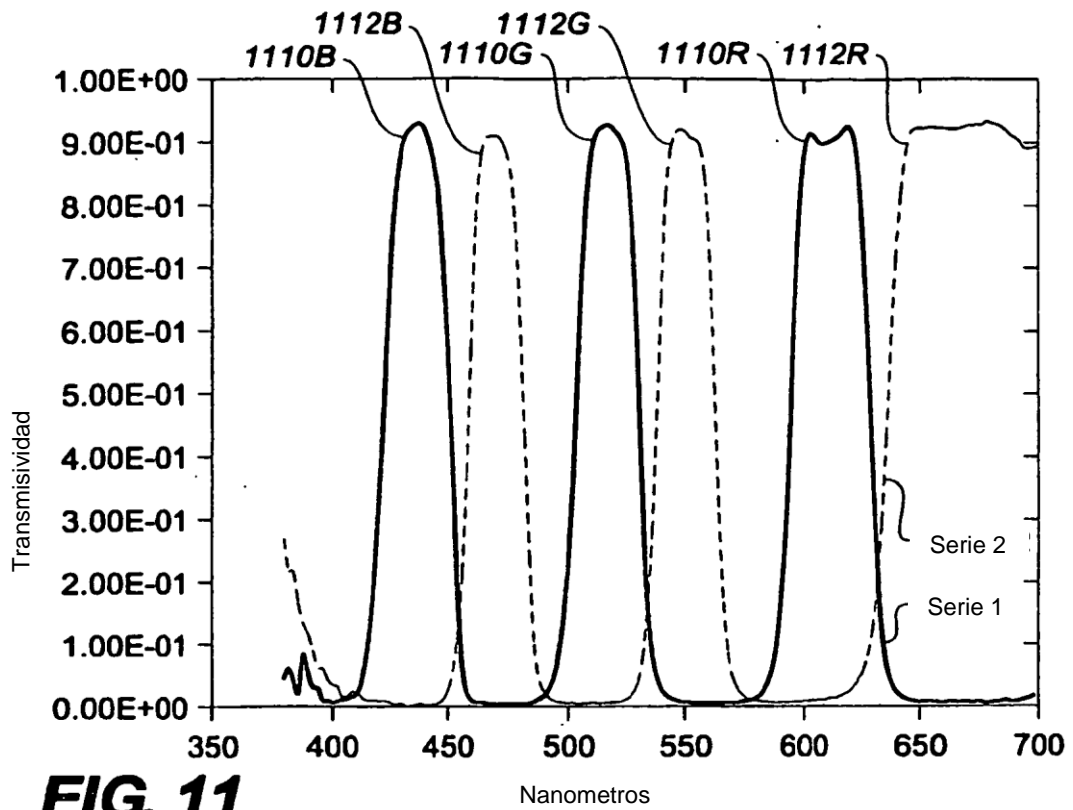


FIG. 11

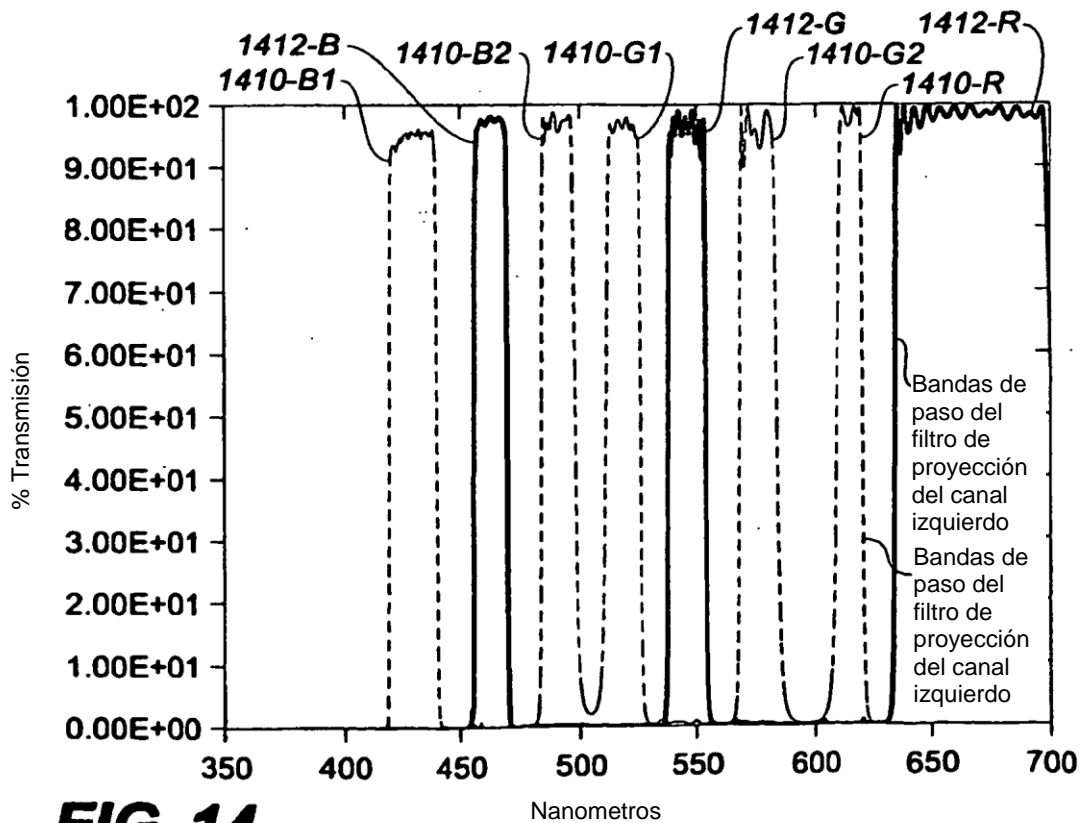


FIG. 14

Espacio de color del proyector

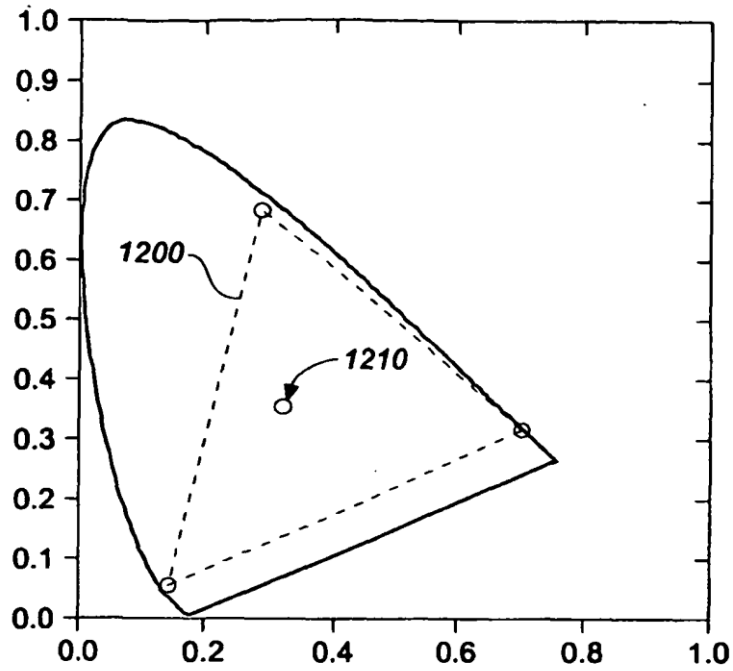


FIG. 12

Espacio de color con filtros de separación
espectral convencionales

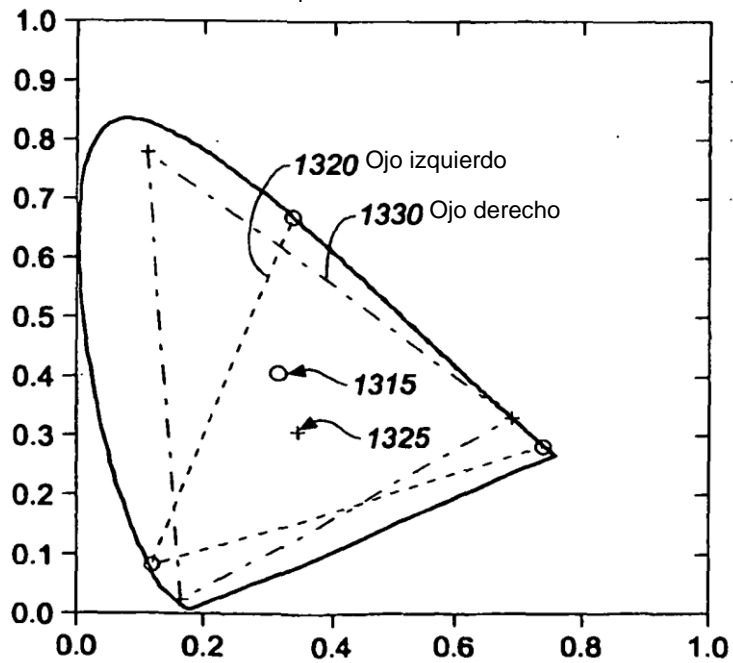


FIG. 13

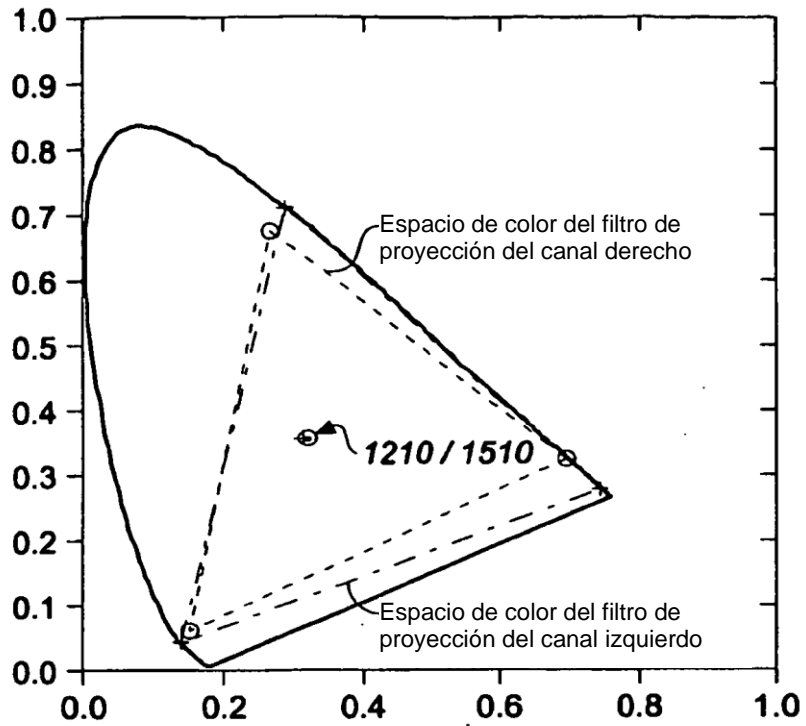


FIG. 15

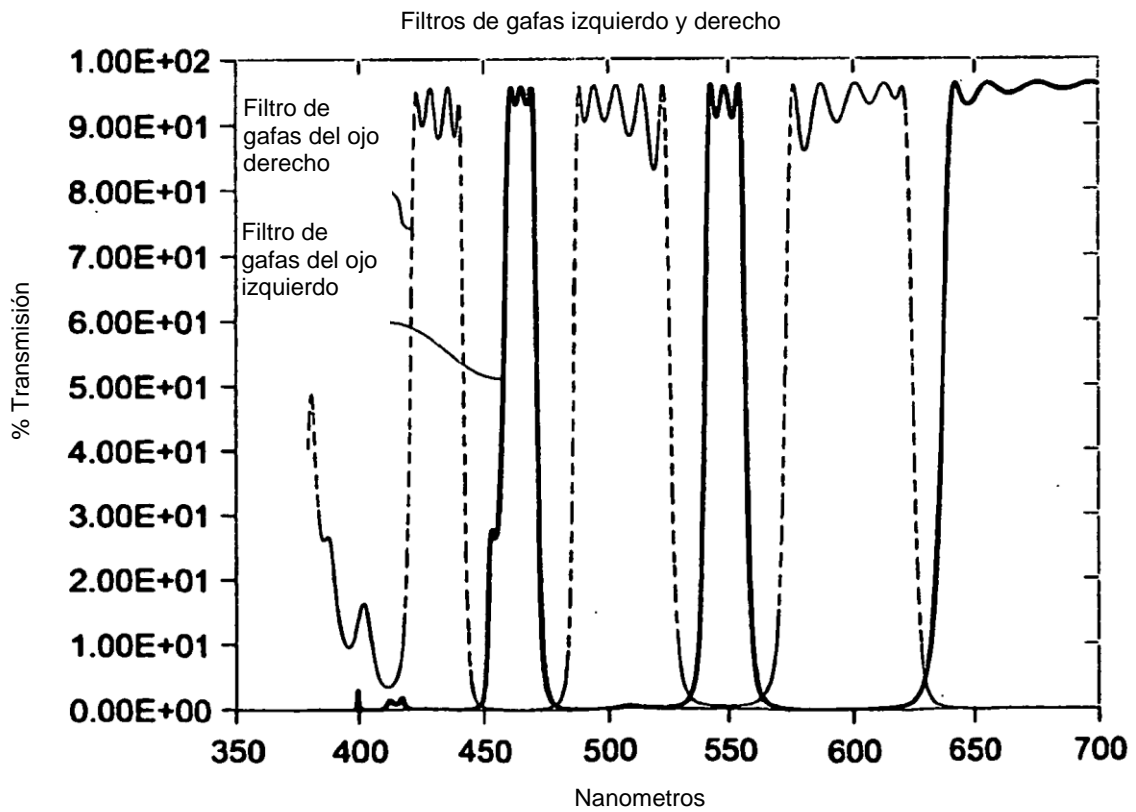


FIG. 16

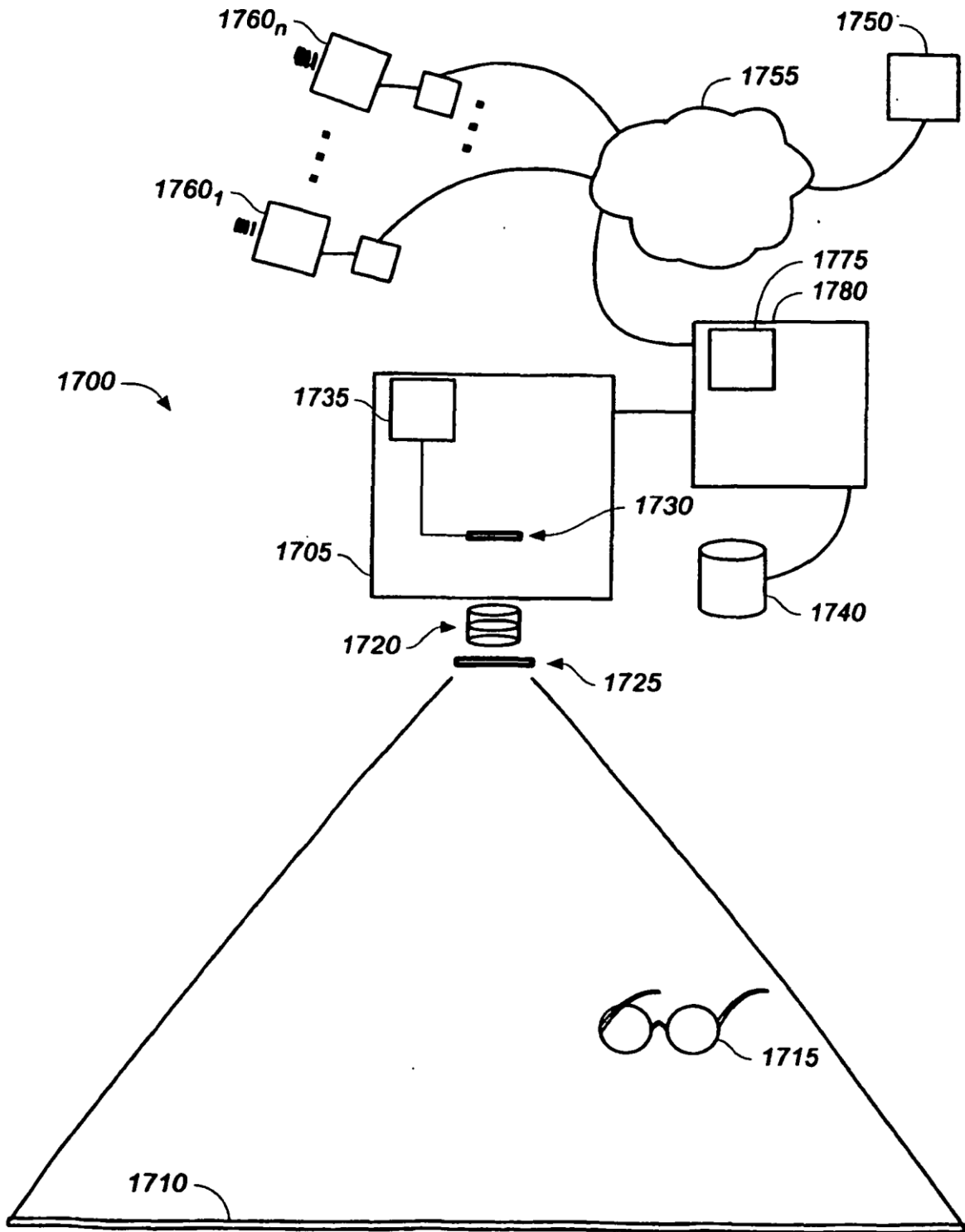


FIG. 17A

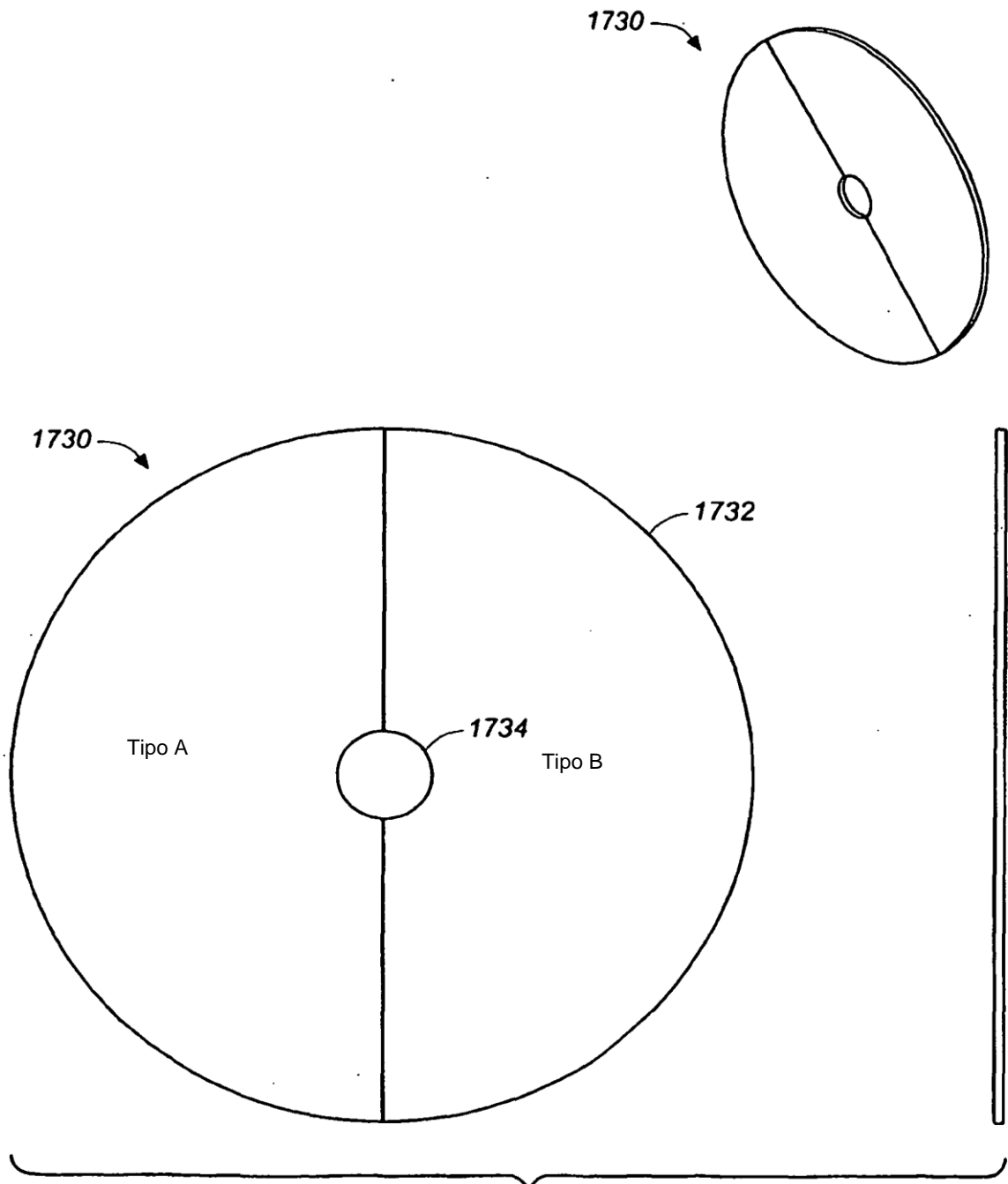


FIG. 17B

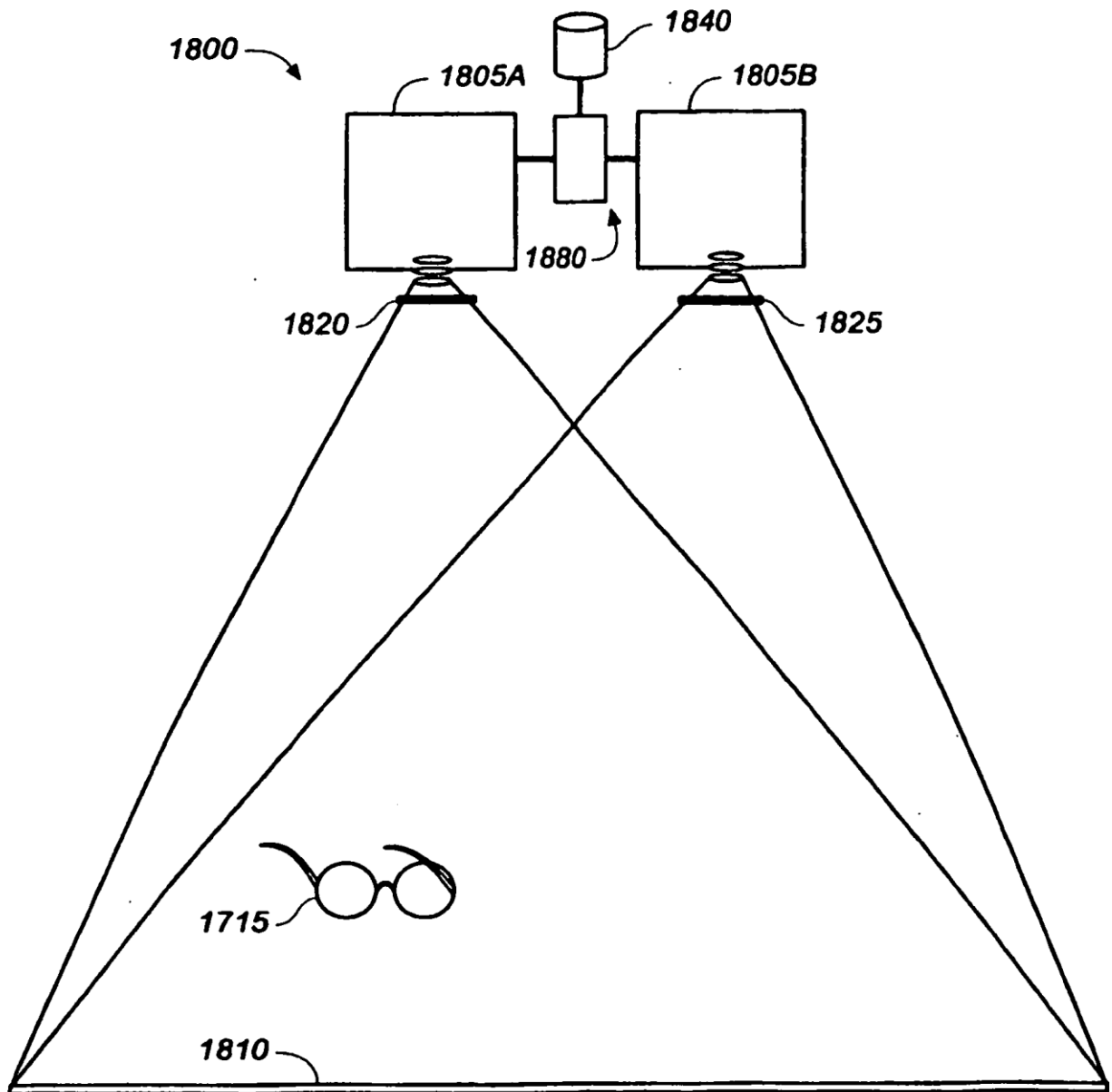


FIG. 18