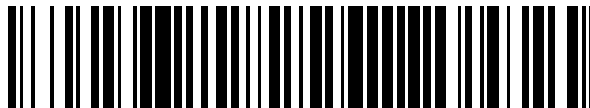


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 167**

51 Int. Cl.:

G09G 5/02 (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)

H04N 9/67 (2006.01)

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2007 PCT/IB2007/054058**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2008 WO08044177**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2007 E 07805455 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2076898**

54 Título: **Procedimiento de correlación de colores**

30 Prioridad:

12.10.2006 EP 06122179

18.12.2006 EP 06126343

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

10.06.2019

73 Titular/es:

TP VISION HOLDING B.V. (100.0%)

Prins Bernhardplein 200

1097 JB Amsterdam, NL

72 Inventor/es:

LANGENDIJK, ERNO H. A.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 716 167 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

Procedimiento de correlación de colores

Campo de la invención

5 La invención versa acerca de un procedimiento de diseño de un medio de visualización, un procedimiento para fabricar un medio de visualización, un medio de visualización y un producto de programa de ordenador.

Antecedentes de la invención

10 Para mostrar una imagen en color, los medios convencionales de visualización tienen tres primarios: rojo, verde y azul. En Europa, las coordenadas de cromaticidad de estos tres primarios están definidas por el estándar EBU para un contenido de definición estándar y por el estándar Rec709 para un contenido de alta definición. Las coordenadas de cromaticidad también son denominadas puntos de color o colores. En otros países, distintos estándares pueden definir los colores de los tres primarios. Las coordenadas de cromaticidad de los primarios en el estándar EBU se encuentran en el espacio de color xy CIE 1931 para rojo: $x = 0,64$ e $y = 0,33$, para verde: $x = 0,29$ e $y = 0,60$ y para azul: $x = 0,15$ e $y = 0,06$. El punto blanco del medio de visualización también se denomina en el estándar EBU y se encuentra cerca de D65 (6500 K) que tiene las coordenadas de cromaticidad: $x = 0,3127$ e $y = 0,3290$. En la práctica, los fabricantes de medios de visualización pueden seleccionar otro punto blanco distinto de D65. Muchos aparatos de visualización tienen un punto blanco algo más azul, por ejemplo, 8600 K o incluso 10000 K. Este conjunto de colores primarios y de punto blanco determina el comportamiento cromático del medio de visualización. Cuando se utilizan primarios EBU, se obtiene el blanco D65 por medio de una relación de las luminancias de los primarios rojo, verde y azul de 22 : 71 : 7.

20 Tal medio convencional de visualización con los tres primarios EBU expuesto anteriormente no puede reproducir todos los colores visibles. Solo se pueden representar visualmente los colores en el triángulo de colores del que son vértices los primarios, o dicho con mayor precisión, se pueden representar visualmente los colores en la gama tridimensional del medio de visualización. O dicho de otra manera, la gama de colores del medio de visualización EBU está definida como el área en el espacio de cromaticidad en este triángulo incluyendo sus bordes. Por consiguiente, no pueden reproducirse especialmente colores muy saturados, como los colores monocromáticos. Por color monocromático se quiere decir un color con un único pico a una longitud de onda particular en el espectro de luz visible.

30 Recientemente, los denominados medios de visualización de gama amplia están recibiendo cada vez más atención. Estos medios de visualización tienen primarios que se seleccionan para obtener una mayor gama de colores que la de los primarios estándar EBU. Por lo tanto, los medios de visualización de gama amplia pueden producir colores que están más saturados que un medio de visualización EBU. En un medio LCD de visualización de gama amplia los tres primarios para la gama amplia pueden obtenerse adaptando el espectro de la luz de fondo y/o cambiando la banda de transmisión de los filtros cromatográficos. De forma alternativa, o adicionalmente, se puede añadir un primario adicional en el interior o en el exterior del triángulo pero preferentemente en el intervalo visible de colores. Los medios de visualización de gama amplia con 3 primarios son denominados a veces medios de visualización de gama mejorada, y con más de 3 primarios, medios de visualización de múltiples primarios.

40 La mayoría del contenido está codificado en la gama definida por los primarios EBU (es decir, la cámara de televisión graba escenas según esta gama y los colores más naturales no están demasiado saturados). Para medios de visualización de gama amplia, la gama del medio de visualización puede ser muy distinta de esta gama de entrada. Si la señal de imagen de entrada, que es normalmente una señal RGB, se utiliza directamente para excitar el medio de visualización de gama amplia, la reproducción de color está distorsionada y, para la mayoría de imágenes, no se la prefiere a la reproducción de color de la gama EBU normal. Se puede lograr una mejor reproducción de color si se aplica una correlación de colores a la señal de imagen de entrada, extendiendo la gama EBU a la gama amplia antes de excitar los primarios de gama amplia. El documento WO 02/099557 da a conocer un procedimiento y un sistema para convertir datos de imágenes en color de un formato de espacio de color tridimensional en un formato utilizable por un medio de visualización de n primarios ($n > 3$). Se proporciona una función de correlación de bidimensional a $n+1$ dimensional que toma valores (x, y) de cromaticidad de entrada y emite valores de n primarios y una luminancia correspondiente de referencia. Entonces, se debe cambiar la escala de los valores de n primarios en función de la luminancia de entrada y de la luminancia de referencia, de forma que la luminancia de salida sea esencialmente igual a la luminancia de entrada. Sin embargo, las correlaciones conocidas de colores, que normalmente implementan un aumento de la saturación, siguen provocando una reproducción no óptima de colores en los medios de gama amplia.

55 De forma similar, si el contenido EBU tiene que ser representado visualmente en un medio de visualización con primarios de color que proporcionan una gama menor que la gama EBU, o si un contenido de gama amplia tiene que ser representado visualmente en un medio de visualización con una gama EBU, la correlación de colores tiene que reducir la gama de entrada a una gama menor de visualización, y de nuevo se verá perjudicada la reproducción de color.

Sumario de la invención

Un objeto de la invención es mejorar la reproducción de color de un medio de visualización que tiene primarios de color que abarcan una gama distinta de la gama de la señal de entrada.

5 La invención está definida por las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas están definidas en las reivindicaciones dependientes.

10 El procedimiento de correlación de colores según el primer aspecto de la invención correlaciona una señal de imagen de entrada con una señal de imagen de salida para un medio de visualización que comprende píxeles de visualización que tienen subpíxeles con colores primarios que definen una gama de colores de visualización que abarca todos los colores que pueden ser representados visualmente por el medio de visualización. Supóngase que el número de subpíxeles y, por lo tanto, el número de colores primarios y se seleccionan los colores de los colores primarios para obtener una gama de visualización mayor que la gama de entrada de la señal de entrada. Una aberración típica en tales medios de visualización de gama amplia es que parece que algunos colores saturados son fluorescentes. O, dicho de otra manera, algunos colores saturados parecen más brillantes de lo que esperan los telespectadores en función del contenido de la imagen. Para un medio de visualización con una gama de 15 visualización menor que la gama de entrada, una aberración típica es que algunos colores saturados tienen una luminancia demasiado baja y parecen apagados, es decir la luminancia es, de nuevo, incorrecta de manera incontrolada. De forma alternativa, se pueden seleccionar los colores de los tres primarios de forma diferente.

20 En el mundo real, las personas ven objetos porque reflejan luz procedente de una fuente de luz hacia los conos rojos, verdes y azules en la retina del ojo. Se pueden calcular las coordenadas de cromaticidad xy CIE 1931 utilizando las funciones de coincidencia cromática para que coincida con el color del espectro de la luz reflejada. Estas coordenadas de cromaticidad xy proporcionan una indicación del color que verá un telespectador (estándar). Si un objeto en una escena refleja el 100% de la luz y la fuente de luz tiene un espectro plano (o uno relativamente plano) se ve un objeto blanco. Este objeto tiene el máximo brillo de todos los objetos reflectantes iluminados por esta fuente de luz. Otro objeto que refleja una banda espectral muy estrecha, por ejemplo, a 630 nm tiene un color rojo 25 muy saturado y, por lo tanto, absorbe toda la luz fuera de la banda estrecha en torno a 630 nm. Por consiguiente, cuando se ilumina mediante la misma fuente de luz de espectro amplio, el brillo de este objeto rojo debe ser mucho menor que el brillo del objeto blanco.

30 Para estimar una máxima luminancia (por ejemplo, una máxima típica que se produzca de forma natural, o la máxima posible matemáticamente) de espectros reflectantes de objetos que tienen distintos colores, se determinan las luminancias de los espectros reflectantes de objetos (del mundo real) que tienen un color correspondiente a una cromaticidad particular (por ejemplo, un color rojo de Coca Cola, como podría ser generado por un filtro de color real o teórico, tal como pintura) a distintas cromaticidades en la gama de color de visualización. Los espectros reflectantes son los espectros de objetos reflectantes que tienen una máxima reflectividad sustancial a distintas cromaticidades. Dicho con más precisión, un espectro reflectante de tal objeto del mundo real es un espectro de la luz reflejada por el objeto del mundo real. La luminancia de este espectro es la diana para la luminancia generada por el medio de visualización a la cromaticidad correspondiente al color del objeto del mundo real. Por ejemplo, las máximas luminancias de los espectros reflectantes de un gran conjunto de filtros de paso de banda espectral pueden ser utilizadas con distintas anchuras y frecuencias centrales. Para cada filtro se calcula la coordenada de cromaticidad xy y la luminancia relativa, por ejemplo, para una fuente de luz con un espectro plano, o espectro de luz 40 diurna. Por lo tanto, dicho de otra forma, puede determinarse para cada color o coordenada de cromaticidad en la gama de colores de visualización cuál es la luminancia relativa de este color con respecto a la luminancia del blanco. No se requiere almacenar la luminancia relativa para cada color. La luminancia relativa puede almacenarse para un conjunto de colores, y se puede interpolar la luminancia del color real a partir del conjunto almacenado (interesante cuando se utilizan colores naturales característicos, por ejemplo un verde de hoja de máximo brillo). Se debe hacer 45 notar que la determinación de las luminancias de espectros reflectantes a distintas cromaticidades como se conoce por la publicación "Maximum Visual Efficiency of Colored Materials" de David L. MacAdam, en J.O.S.A., volumen 25, 1935, páginas 361 a 367.

Para evitar la fluorescencia poco realista o la aberración de falta de brillo, el medio de visualización tiene que ser calibrado con más precisión que según los principios anteriores.

50 El procedimiento de correlación de colores utiliza las luminancias de los espectros reflectantes expuestos anteriormente a distintas cromaticidades en la gama de colores de visualización. Estas luminancias deseadas son, por ejemplo, almacenadas en una tabla de consulta, o modeladas con una función tal como, por ejemplo, un polinomio bidimensional, que se aproxima a la envolvente (la montaña de colores) de colores de máxima reflexión/luminosidad. El polinomio bidimensional puede ser un paraboloide. De forma alternativa, se puede utilizar 55 una función gaussiana bidimensional. Se debe hacer notar que, en vez de las luminancias deseadas medidas, se pueden utilizar luminancias deseadas determinadas teóricas tales como, por ejemplo, las curvas de Schrödinger. Es incluso posible utilizar una combinación (por ejemplo, una media) de las luminancias deseadas medidas y teóricas.

El procedimiento de correlación de colores comprende una correlación de gama que correlaciona la señal de imagen de entrada que tiene colores de píxeles de entrada definidos por una luminancia de entrada y una cromaticidad de

- 5 entrada con una señal de imagen correlacionada que tiene colores de píxeles correlacionados correspondientes definidos por una luminancia correlacionada y una cromaticidad correlacionada. Los colores de píxeles de entrada se encuentran en la gama de colores de entrada distinta que la gama de colores de visualización. La luminancia deseada puede ser recuperada consultando valores almacenados de luminancia deseada en una tabla de consulta a la cromaticidad correlacionada, o calculando una relación con la luminancia blanca, o una reducción de la luminancia, etc. Hay cierta tolerancia permisible hasta que un color se vuelve irrisantemente luminoso, y especialmente en la dirección hacia la oscuridad, es posible una tolerancia aún mayor.
- 10 Se determina un factor que depende de una diferencia entre la luminancia deseada y la luminancia correlacionada. La luminancia correlacionada (obtenida, por ejemplo, de una transformación colorimétrica básica o una correlación de gama de la técnica anterior) está adaptada utilizando el factor para obtener una luminancia de salida más cercana a la luminancia deseada que la luminancia correlacionada. La señal de salida de la imagen está definida por la cromaticidad correlacionada y la luminancia de salida. Por supuesto, el experto se dará cuenta de que lo que se describe conceptualmente como un procedimiento de dos etapas puede realizarse, en la práctica, como una única transformación de la correlación.
- 15 Se debe hacer notar que la presente no emula un medio de visualización, sino que utiliza luminancias deseadas de la luz reflejada por un conjunto de objetos del mundo real, teniendo cada uno de los objetos un color correspondiente a una cromaticidad particular en la gama del medio de visualización. Si se requiere, la luminancia obtenida tras la correlación es corregida para que se encuentre cerca de la luminancia deseada. Por consiguiente, la imagen resultante representada visualmente parecerá natural debido a que se representa visualmente cada color con una
- 20 luminancia correspondiente a la de un objeto del mundo real que tiene el color correspondiente.
- En una realización, se almacenan las luminancias deseadas en una tabla de consulta y, en otra realización, se utiliza un modelo matemático para generar las luminancias deseadas. Estas luminancias deseadas generadas pueden ser almacenadas para un uso posterior.
- 25 En una realización, se obtiene el espectro de la luz reflejada por el objeto del mundo real iluminando el objeto del mundo real con una fuente predefinida de luz que, por ejemplo, es una fuente de luz de espectro amplio que abarca, al menos, el intervalo visible de luz, tal como una energía igual o un espectro de luz diurna.
- En una realización, cada una de las luminancias deseables es una cantidad total sustancialmente máxima de luz reflejada, como puede determinarse, preferentemente, multiplicando una fuente luminosa escogida con un espectro teórico para cada cromaticidad, tal como un espectro que, para cada longitud de onda, es una transmisión del 100% o el 0%.
- 30 En una realización, la luminancia correlacionada es recortada a sustancialmente la luminancia almacenada. Por lo tanto, se evitan los colores demasiado brillantes cambiando las señales de excitación para los primarios del medio de visualización, de forma que la luminancia coincida sustancialmente con la luminancia de un objeto reflectante real que tiene el mismo color.
- 35 Realizaciones más sofisticadas pueden aplicar correcciones adicionales, por ejemplo consultando otras luminancias o factores almacenados para la presente cromaticidad (por ejemplo, de colores cercanos), o consultando a las luminancias obtenidas realmente de colores adyacentes en la imagen, para retener/enfatizar la estructura de la imagen local (aplicando pequeñas reducciones adicionales de la luminancia), pero que está más allá del principio central de la presente invención.
- 40 En una realización, el procedimiento de correlación de colores recupera una luminancia consultada adicional consultando la luminancia almacenada en la tabla de consulta a la cromaticidad de entrada de la señal de entrada. La luminancia correlacionada es cambiada de escala por un factor que es sustancialmente igual a una relación de la luminancia consultada a la cromaticidad correlacionada y de la luminancia consultada a la cromaticidad de entrada. Este cambio de escala tiene la ventaja de que se pueden evitar aberraciones provocadas por el recorte.
- 45 En una realización, la correlación de gama solo aplica una correlación de gama a la cromaticidad de entrada. Por lo tanto, la luminancia correlacionada es la luminancia de entrada. Tal correlación de gama solo cambia la cromaticidad de la gama de entrada en la gama de visualización diferente y no influye en la luminancia.
- En una realización, la correlación de gama proporciona una intensificación del color, que por ejemplo en un aumento de la saturación en un medio de visualización de gama amplia que tiene más de tres colores primarios.
- 50 En una realización, se optimiza un medio de visualización en el que se aplica un procedimiento de correlación de colores para mejorar la reproducción de colores. La correlación de colores de la presente invención puede estar dentro del comportamiento cromático del medio de visualización, y definirlo, o puede aplicarse en un aparato separado, obteniendo simplemente el medio de visualización las señales corregidas de entrada. El procedimiento de correlación de colores puede combinarse con tal medio de visualización para reducir adicionalmente cualquier falta
- 55 de coincidencia entre la luminancia de colores representados visualmente y la luminancia de los objetos reflectantes del mundo real que tienen el mismo color. Se puede diseñar tal medio de visualización optimizado según el siguiente

procedimiento de diseño. El medio de visualización tiene píxeles de los cuales se obtiene un color de píxel mezclando al menos cuatro colores primarios. Estos colores primarios definen la gama de colores de visualización del medio de visualización. Por lo tanto, la gama de colores de visualización abarca todos los colores que pueden ser representados visualmente por el medio de visualización. Sin embargo, estos colores primarios tienen que satisfacer requisitos especiales para evitar las aberraciones de fluorescencia o de falta de brillo en la reproducción de colores.

Para evitar la aberración de fluorescencia o la aberración de falta de brillo, se pueden seleccionar los al menos cuatro colores primarios para obtener una luminancia de los colores de píxeles generados que ya son más cercanos a los colores naturales/máximos (antes de aplicar una corrección algorítmica adicional).

Estos y otros aspectos de la invención son evidentes por las realizaciones descritas de aquí en adelante, y serán elucidados con referencia a las mismas.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

La Fig. 1 muestra, de forma esquemática, lugares de idéntica luminancia de los espectros reflectantes en el espacio de color visible en "herradura" del plano de cromaticidad xy,

la Fig. 2 muestra una fuente de luz que ilumina un objeto,

la Fig. 3 muestra un diagrama de bloques de una realización del circuito de correlación de colores,

la Fig. 4 muestra un diagrama de bloques de otra realización del circuito de correlación de colores,

la Fig. 5 muestra un diagrama de bloques de otra realización más del circuito de correlación de colores,

la Fig. 6 muestra, de forma esquemática, un aparato de visualización con un LCD y una luz de fondo,

la Fig. 7 muestra, de forma esquemática, un aparato de visualización con un DMD y una rueda de colores,

la Fig. 8 muestra un diagrama de flujo de alto nivel del procedimiento de diseño de un medio de visualización con primarios seleccionados de forma óptima con respecto a la reproducción de colores,

la Fig. 9 muestra un diagrama de flujo de una realización del procedimiento de diseño de un medio de visualización,

la Fig. 10 muestra un diagrama de flujo de una realización del procedimiento de diseño de un medio de visualización,

la Fig. 11 muestra un diagrama de flujo de una realización según el procedimiento de diseño de un medio de visualización,

la Fig. 12 muestra otro diagrama de flujo del procedimiento de diseño de un medio de visualización, y

la Fig. 13 muestra ejemplos de gamas que tienen una luminancia sustancialmente coincidente.

Se debería hacer notar que los elementos que tienen los mismos números de referencia en distintas Figuras, tienen las mismas características estructurales y las mismas funciones, o son las mismas señales. Cuando se explican la función y/o la estructura de tal elemento, no hay necesidad de una explicación repetida de las mismas en la descripción detallada.

Descripción detallada

La Fig. 1 muestra, de forma esquemática, lugares de idéntica luminancia de los espectros reflectantes en el espacio de color visible del plano de cromaticidad xy. La coordenada de cromaticidad x CIE 1931 se muestra a lo largo del eje horizontal y la coordenada de cromaticidad y CIE 1931 se muestra a lo largo del eje vertical. El lugar en "herradura" VA indica el límite de colores visibles. Los colores con coordenadas xy de cromaticidad en el lugar VA son los colores 100% saturados que también se denominan colores monocromáticos debido a que los espectros de estos colores solo comprenden una única longitud de onda. Los números a lo largo del lugar VA indican la longitud de onda en nm. Con los primarios EBU rojo RE, verde GE y azul BE se pueden representar visualmente todos los colores con coordenadas xy de cromaticidad en el triángulo EG cuyos primarios RE, GE, BE son los vértices. Los colores blancos tienen coordenadas xy de cromaticidad que se encuentran en la curva WH. Por ejemplo, se indica el blanco D65.

Como se conoce bien por los medios de visualización que utilizan los primarios EBU RE, GE, BE, se requiere una relación particular de estos primarios para obtener el punto blanco deseado que debería representarse visualmente si todos los componentes Ri, Gi, Bi (véase la Fig. 6) de la señal de entrada tienen su valor máximo. Normalmente, el valor máximo de estos componentes Ri, Gi, Bi de la señal de entrada es igual y es un nivel de tensión, por ejemplo 0,7 V, para señales analógicas, o un número, por ejemplo 255, para señales digitales de 8 bits. En lo que sigue ahora, las señales tienen valores normalizados en el intervalo que empieza en cero y termina en uno. Por lo tanto, si todos los componentes Ri, Gi, Bi de la señal de entrada son 1, los primarios RE, GE, BE deberían tener una relación de forma que se represente visualmente el punto blanco deseado (y se calibre un medio de visualización según los principios clásicos para mostrar el punto blanco deseado y el color presentado, pero esto también fija el comportamiento de los otros colores). Por ejemplo, se supone que el punto blanco deseado es D65 ($x = 0,3127$, $y = 0,3290$) y las coordenadas de cromaticidad de los primarios son: para rojo RE: $x = 0,64$, $y = 0,33$, para verde GE: $x = 0,29$, $y = 0,60$ y para azul BE: $x = 0,15$, $y = 0,06$. Ahora, puede calcularse que las luminancias para los colores rojo,

verde y azul del medio de visualización deberían tener una relación de 22, 71 y 7. Sin embargo, en muchos medios de visualización se utiliza un punto blanco más azulado, por ejemplo con una relación de luminancia para rojo, verde, azul de 20: 70: 10.

5 La Fig. 1 muestra, además, un ejemplo de un medio de visualización de gama amplia definido por los primarios RW, GW, BW. Los colores, que pueden ser representados visualmente por este medio de visualización de gama amplia, están definidos por el triángulo WG cuyos vértices están formados por los primarios RW, GW, BW.

A continuación, se elucida con respecto a la fig. 2 un ejemplo de cómo pueden definirse los lugares de idéntica luminancia de los espectros reflectantes en el espacio de cromaticidad xy. En una configuración ideal, se ilumina un número muy elevado de objetos RO mediante una fuente L2 de luz que proporciona un espectro amplio LI2. En este ejemplo, el espectro es el de una fuente luminosa estándar D65 (que es el espectro de luz diurna con una temperatura correspondiente de color de 6500 K). En una realización ejemplar de luminancia natural de colores óptimos, los distintos objetos RO tienen una reflectividad sustancialmente de un 100% para varias longitudes de onda o una reflectividad nula para otras longitudes de onda. Por lo tanto, para un color (casi) monocromático el objeto RO correspondiente tiene una reflectividad sustancialmente de un 100% (o relativamente elevada) a una longitud de onda particular y un reflejo sustancialmente nulo (o relativamente bajo) a otras longitudes de onda. Y, en el otro extremo de la escala, el objeto blanco más brillante tiene una reflectividad sustancialmente de un 100% en el intervalo visual completo de longitudes de onda. Para colores intermedios, los objetos pueden tener una reflectividad elevada en un área relativamente pequeña de longitudes de onda. Tales colores intermedios pueden ser representados, por ejemplo, por un filtro reflectante de paso de banda centrado en una longitud de onda particular, o por dos o más filtros reflectantes de paso de banda centrados en dos o más frecuencias centrales distintas, respectivamente. Se debe hacer notar que los objetos pueden tener distintos espectros, pero la misma cromaticidad xy. Algunos de esos objetos reflejarán más luz que otros y, por lo tanto, tendrán una luminancia mayor. La Fig. 1 muestra la máxima luminancia que puede tener un objeto reflectante con una cromaticidad xy particular. Siendo el anterior ejemplo de máxima reflectividad únicamente una forma sencilla en la práctica para obtener espectros de objetos máximamente reflectantes, también se podrían derivar, por ejemplo, tales espectros en función de espectros reales de la naturaleza (por ejemplo, se buscan los objetos rojos más brillantes, los verdes típicos más brillantes, que son principalmente follaje, etc.). Teniendo estos datos, se puede derivar un conjunto de máximas luminancias para todas las cromaticidades, que pueden almacenarse en una memoria (LUT) o pueden ser modeladas matemáticamente adicionalmente (por ejemplo, se puede aproximar a esta envolvente con polinomios, o exponenciales, etc.).

Para cada uno de los objetos RO se mide la luminancia LU de la luz reflejada. A partir de estas mediciones es posible construir los lugares de idéntica luminancia en la Fig. 1. Estos lugares de idéntica luminancia están indicados por un número que muestra la luminancia relativa. En el ejemplo mostrado, la luminancia del objeto blanco que refleja toda la luz está configurada al 100%, lo que se indica mediante 100. El lugar indicado por 90 muestra todos los objetos de color que tienen una luminancia de sus espectros reflectantes que es el 90% de la luminancia del objeto blanco. La determinación de las luminancias de espectros reflectantes a distintas cromaticidades, como tal, se conoce por la publicación "Maximum Visual Efficiency of Colored Materials", de David L. MacAdam, en J.O.S.A., volumen 25, 1935, páginas 361 a 367. Se debe hacer notar que, si se selecciona otro color blanco con otro espectro LI2, la máxima luminancia para el mismo objeto reflectante puede ser distinto y, por lo tanto, los lugares de idéntica luminancia mostrados en la Fig. 1 pueden diferir.

Con referencia de nuevo a la Fig. 1, se utilizan estos lugares de idéntica luminancia para comparar el brillo relativo BR de un color representado visualmente en el medio de visualización con la luminancia LU de un espectro reflectante de un objeto RO que tiene el mismo color. Por la Fig. 1, es evidente que la luminancia de los objetos reflectantes RO que tienen el mismo color que los primarios RE, GE, BE, respectivamente, es de 22, 77 y 8. Se debe hacer notar que, para que los primarios EBU RE, GE, BE produzcan blanco D65, las relaciones de luminancia están definidas por $r : g : b = 22 : 71 : 7$. Por lo tanto, si se normaliza a 100 la luminancia total de blanco D65, la máxima luminancia normalizada de los componentes rojo, verde y azul es, respectivamente, de 22, 71 y 7. En lo que sigue ahora, también se denomina a la máxima luminancia normalizada la máxima luminancia, el factor de luminancia o incluso simplemente luminancia si está claro por el contexto que se quiere decir la máxima luminancia normalizada. En la bibliografía, también se denomina claridad al factor de luminancia.

Esto significa que cuando el componente R_i de la señal de entrada es 1, el primario rojo tiene una luminancia de 22. La luminancia del objeto RO que tiene el mismo color que el primario rojo RE también es 22. Cuando el componente G_i de la señal de entrada es 1, el primario verde tiene una luminancia de 71. Por otra parte, la luminancia del objeto RO que tiene el mismo color que el primario verde GE es 77. Cuando el componente B_i de la señal de entrada es 1, el primario azul tiene una luminancia de 7. Por otra parte, la luminancia LU del objeto que tiene el mismo color que el primario azul BE es 8. Por lo tanto, para esta selección de los primarios la luminancia de los colores primarios coincide sustancialmente las luminancias LU correspondientes. Para obtener una buena coincidencia entre la gama de visualización y la gama de colores reflectantes se debe comprobar que la luminancia de visualización también coincide en otros colores con las luminancias correspondientes LU. Por ejemplo, la luminancia del color amarillo que se produce cuando tanto el R_i como el G_i de la señal de entrada tienen el valor 1 es de $93 = 22 + 71$, mientras que la luminancia reflectante en este color es 97.

De la misma forma puede mostrarse que un medio de visualización de gama amplia con los tres primarios RW, GW, BW tiene una luminancia no coincidente, especialmente para los colores verde y rojo. La relación de las luminancias de los primarios rojo, verde y azul para el blanco D65 es 26 : 68 : 7. La luminancia de los objetos reflectantes RO que tienen el mismo color que los primarios RW, GW, BW es 12, 31, 7, respectivamente. Por lo tanto, existe una falta de coincidencia entre la luminancia de los primarios RW y GW y la luminancia LU del objeto RO de color correspondiente de aproximadamente un factor de dos para el color rojo si solo el primario rojo RW produce luz, y también de aproximadamente un factor de dos para el color verde si solo el primario verde GW produce luz. La luminancia de los primarios rojo y verde RW, GW es demasiado elevada en comparación con la de los colores reflectantes con la misma saturación. Esto crea para estos colores una impresión no deseable de que el objeto representado visualmente es fluorescente cuando se utilizan las mismas señales de excitación que para un medio de visualización de gama normal con tres primarios.

Los inventores se dieron cuenta de que es posible reducir la contribución de uno o más primarios añadiendo al menos un primario adicional. Esto se ilustra con dos ejemplos. El primer ejemplo muestra el efecto de añadir un primario blanco W, y el segundo ejemplo muestra el efecto de añadir un primario amarillo YW. De forma alternativa, solo se pueden seleccionar tres primarios con colores seleccionados de forma que se produzca una falta de coincidencia menor que con los primarios RW, GW, BW de gama amplia mostrados en la Fig. 1.

En un medio de visualización RGBW en el que se utilizan los primarios EBU R, G, B para RGB (rojo, verde y azul) y blanco D65 para el primario blanco, se obtiene blanco D65 por la relación de luminancia asociada de los primarios rojo, verde, azul y blanco de 11, 35, 4, 50, respectivamente. Se deberían comparar estos valores 11, 35, 4 de luminancia con las luminancias 22, 77, 8 de los objetos RO que tienen los mismos colores que los primarios EBU R, G, B, respectivamente. Es evidente que en esta selección de los primarios para RGB se tiene como resultado una elevada falta de coincidencia entre los valores de luminancia de los primarios R, G, B y las luminancias LU de los espectros reflectantes de los objetos correspondientes RO. En este ejemplo, la luminancia es demasiado baja, lo que provoca una impresión demasiado oscura y, por lo tanto, apagada para colores saturados.

En un medio de visualización RGBW en el que se utilizan los primarios amplios RW, GW, BW para RGB (rojo, verde y azul), y se utiliza blanco D65 para el primario blanco añadido W, se obtiene blanco D65 por la relación de luminancia asociada de r, g, b, w de 11, 35, 4, 50, respectivamente. Se deberían comparar estos valores 11, 35, 4 de luminancia con las luminancias 12, 31, 7 de los objetos RO que tienen los mismos colores que los primarios RW, GW, BW, respectivamente. Es evidente que en esta selección de los primarios para RGB proporciona una coincidencia sustancialmente mejor entre los valores de luminancia de los primarios RW, GW, BW y las luminancias LU de los espectros reflectantes de los objetos correspondientes RO. Sin embargo, para el color secundario amarillo, para el cual están activos los primarios RW y GW, el valor de luminancia es $11 + 35 = 46$, mientras que puede hallarse en la Fig. 1 que la luminancia LU del objeto reflectante RO que tiene el mismo color amarillo es aproximadamente 91. Para el color secundario magenta, el factor de luminancia es $11 + 4 = 15$ y la luminancia es 19. Para el color secundario turquesa, el factor de luminancia es $35 + 4 = 39$ y la luminancia es 50. Por lo tanto, para colores amarillos, sigue habiendo presente una sustancial falta de coincidencia.

Se debe hacer notar que los colores secundarios son colores entre dos primarios, por lo tanto colores que se forman utilizando únicamente dos primarios.

Se explica ahora otro ejemplo en el que se proporciona un medio de visualización RGBY en el que se utilizan primarios EBU R, G, B para RGB y se añade un primario amarillo YW. La relación de los colores primarios R, G, B, YW para obtener blanco D65 es ahora 11 : 35 : 7 : 47. Se deberían comparar estos valores 11, 35, 7 de luminancia con las luminancias 22, 7, 8 de los objetos RO que tienen los mismos colores que los primarios R, G, B, respectivamente. Es evidente que en esta selección de los primarios para RGB se tiene como resultado una elevada falta de coincidencia entre los valores de luminancia de los primarios R y G y las luminancias LU de los espectros reflectantes de los objetos correspondientes RO. También en este ejemplo, la luminancia es demasiado baja, lo que provoca una impresión demasiado oscura para colores saturados.

Si el medio de visualización RGBY está basado en los primarios amplios RW, GW, BW a los que se añade el primario amarillo, la situación mejora de forma considerable. Para una buena coincidencia entre la gama de visualización y la gama de colores reflectantes en los colores primarios la relación de luminancia de los primarios r, g, b, y es de 13, 34, 7, 47, respectivamente. Se deberían comparar estos valores 13, 34, 7 de luminancia con las luminancias 12, 31, 7 de los objetos RO que tienen los mismos colores que los primarios RW, GW, BW, respectivamente. Es evidente que en esta selección de los primarios para RGB se tiene como resultado una coincidencia sustancial entre los valores de luminancia de los primarios RW, GW, BW y las luminancias LU de los espectros reflectantes de los objetos correspondientes RO. Además, para el color secundario amarillo, para el cual están activados los primarios RW, GW e YW, la luminancia es de $13 + 34 + 47 = 94$, mientras que puede hallarse en la Fig. 1 que la luminancia LU del objeto reflectante RO que tiene el mismo color amarillo es de aproximadamente 91. Por lo tanto, ahora se obtiene una coincidencia sustancial entre la luminancia del color amarillo y la luminancia correspondiente del objeto amarillo reflectante. Para el color secundario magenta, el valor de luminancia es de $13 + 7 = 20$ y el factor de luminancia es 19. Para el color secundario turquesa, el valor de luminancia es $34 + 7 = 41$ y el

factor de luminancia es 50. Por lo tanto, hay presente una coincidencia sustancial para todos los colores primarios y secundarios. Por consiguiente, se obtiene una coincidencia sustancial para todos los colores en la gama amplia.

5 Como es evidente por los ejemplos mostrados, dependiendo de la selección de los primarios puede producirse una falta de coincidencia relativamente grande. Esta falta de coincidencia puede reducirse atenuando la excitación de los primarios del medio de visualización. Aunque se encuentren primarios que proporcionan una coincidencia sustancial, puede seguir existiendo una desviación relativamente pequeña. Al combinar la atenuación de la excitación con estos primarios que coinciden relativamente bien se puede mejorar adicionalmente la reproducción de colores del medio de visualización. Se elucidan realizaciones de atenuación de la excitación de los primarios del medio de visualización con respecto a las Figuras 3 a 5.

10 La Fig. 2 muestra una fuente de luz que ilumina un objeto. La fuente L2 de luz de espectro amplio produce luz L12 con un espectro amplio para iluminar el objeto reflectante RO. El objeto RO tiene una reflectividad elevada para una longitud de onda particular o un conjunto de longitudes de onda. La luz reflejada tiene un espectro RS, que se corresponde con una cromaticidad λ_0 y una luminancia LU. También se denomina espectro reflectante a este espectro. Debido a que ya se ha explicado la Fig. 2 en la descripción de la Fig. 1 no se proporciona aquí una elucidación adicional.

15 La Fig. 3 muestra un diagrama de bloques de una realización del circuito de correlación de colores. La señal IS de imagen de entrada define una imagen de entrada compuesta por píxeles de entrada que tienen colores de píxeles de entrada. Aunque se explicará la invención con respecto a una señal de imagen de entrada definida en el espacio de color x, y CIE 1931, la presente invención no debería estar limitada a este espacio de color x, y únicamente, y puede aplicarse en cualquier otro espacio de color en el que estén definidas la luminancia y la cromaticidad, o pueden determinarse. Ejemplos de tales espacios de color son el espacio de color u'v' CIE 1976 y el espacio de color de vídeo YCrCb. Es incluso posible aplicar la presente invención en un espacio de color RGB, pero esto será más complicado debido a que se deben calcular la cromaticidad y la luminancia para los componentes RGB. Si se codifica la señal de imagen de entrada en el espacio de color RGB, y no se desean los cálculos adicionales para determinar la cromaticidad y la luminancia, se debería transformar la señal de imagen de entrada del dominio gamma RGB en un dominio de luz lineal tal como, por ejemplo, el espacio xyY.

20 Los colores de píxeles de entrada están definidos por una luminancia Y de entrada y una cromaticidad x, y de entrada. Los colores de píxeles de entrada están restringidos a una gama de colores de entrada. El correlacionador 2 de gama aplica una correlación o una transformación a la señal IS de imagen de entrada de forma que una señal correlacionada MS de imagen dé como resultado una gama correlacionada que es distinta de la gama de entrada. La señal correlacionada MS de imagen tiene cromaticidades x_m , y_m . La diferencia entre la gama correlacionada y la gama de entrada puede provocar la luminancia demasiado elevada de los primarios si se extiende la gama de entrada, o una luminancia demasiado baja de los primarios si la gama correlacionada es menor que la gama de entrada.

25 Normalmente, el correlacionador 2 de gama procesa la señal IS de imagen de entrada para obtener la señal correlacionada MS de imagen que está mejorada con respecto a la señal IS de imagen de entrada. Por ejemplo, el correlacionador 2 de gama puede ser cualquier transformada de color que pueda influir sobre la luminancia Y y la cromaticidad x, y (por ejemplo, un matizado tridimensional) o puede ser una transformada de color que opere únicamente sobre las coordenadas x, y de cromaticidad (por ejemplo, una correlación de gama con ampliación de la saturación con retención de la luminancia). En la última situación mencionada, la luminancia correlacionada Y_m es idéntica a la luminancia Y de entrada. O, dicho de otra forma, la luminancia Y de entrada no es procesada por el correlacionador 2 de gama.

30 La invención puede ser utilizada en cualquier tipo de medio de visualización que tenga una gama de visualización distinto de la gama de entrada. Por ejemplo, para señales codificadas EBU, el medio de visualización puede ser un LCD de gama amplia (mayor que la gama EBU). De forma alternativa, el medio de visualización puede tener una gama menor que la gama EBU, por ejemplo para un LCD de un aparato móvil, o en el futuro cuando se tengan que representar visualmente las señales codificadas de entrada en primarios amplios en un aparato de visualización con una gama más pequeña definida por los primarios EBU. Un medio de visualización a todo color puede tener 3 o más primarios.

35 El circuito 3 de consulta recibe la cromaticidad correlacionada x_m , y_m y consulta la luminancia correspondiente LU en la tabla de consulta (también denominada, adicionalmente, LUT) 1. La luminancia consultada correspondiente a la cromaticidad correlacionada x_m , y_m es denominada Y1. Esta luminancia Y1 es la máxima luminancia LU del objeto reflectante RO que tiene un color correspondiente a la cromaticidad correlacionada x_m , y_m .

40 El circuito 4 de determinación del factor recibe la luminancia correlacionada Y_m y la luminancia consultada Y1 para determinar un factor F1 que indica la diferencia entre la luminancia correlacionada Y_m y la luminancia consultada Y1. El circuito 5 de adaptación de la luminancia recibe la luminancia correlacionada Y_m y el factor F1 para suministrar la luminancia Y_s de salida. El circuito 5 de adaptación de la luminancia adapta la luminancia correlacionada Y_m utilizando el factor F para obtener una luminancia Y_s de salida más cercana a la luminancia consultada Y1 que la luminancia correlacionada Y_m . Por ejemplo, el circuito 5 de adaptación de la luminancia es un

multiplicador de ganancia o modificador de escala que multiplica la luminancia correlacionada Y_m con el factor F_1 . Se puede seleccionar el factor F_1 de forma que se recorte la luminancia Y_s de salida a la luminancia consultada Y_1 . De forma alternativa, el factor F_1 puede ser la relación de una porción de esta relación de la luminancia correlacionada Y_m y de la luminancia consultada Y_1 . La reproducción de colores en la señal OS de imagen de salida es óptima si para la cromaticidad correlacionada x_m , y_m la luminancia Y_s no se desvía sustancialmente de la luminancia Y_1 . Por consiguiente, el correlacionador 2 de gama puede mejorar la señal IS de imagen de entrada, por ejemplo aplicando una ampliación cromática, sin provocar que algunos colores en la señal OS de imagen de salida sean demasiado brillantes o apagados. Se debe hacer notar que la luminancia correlacionada Y_m puede ser la luminancia Y de entrada si el correlacionador 2 no actúa sobre la luminancia Y de entrada, o no la cambia. La anterior descripción del bloque de soporte físico o de soporte lógico que describe únicamente una realización sencilla, el experto comprenderá cómo un circuito de adaptación de la luminancia puede incorporar su propia unidad de evaluación, para calcular el modelo matemático para obtener una luminancia deseable para una cromaticidad correlacionada de entrada.

La Fig. 4 muestra un diagrama de bloques de otra realización del circuito de correlación de colores. Este circuito de correlación de colores está basado en el circuito mostrado en la Fig. 4. Las diferencias son que se añade un circuito 6 de consulta, el circuito 4 de determinación del factor determina ahora una relación y el circuito 5 de adaptación de la luminancia es un multiplicador de ganancia. El circuito 6 de consulta recibe la cromaticidad x , y de entrada y consulta la luminancia correspondiente LU en la LUT 1. La luminancia consultada correspondiente a la cromaticidad x , y de entrada es denominada Y_2 . Esta luminancia Y_2 es la máxima luminancia LU del objeto reflectante RO que tiene un color correspondiente a la cromaticidad x , y de entrada. El circuito 4 de determinación del factor determina la relación de las luminancias Y_2 e Y_1 de la crominancia x , y de entrada y de la crominancia correlacionada correspondiente x_m , y_m , respectivamente, para obtener el factor $G = Y_2 / Y_1$. El multiplicador 5 de ganancia multiplica la luminancia Y de entrada por el factor G para obtener la luminancia Y_s de salida.

La correlación de colores puede combinarse con un medio de visualización que está optimizado para una reproducción de colores naturales. Tales medios de visualización se describen con respecto a las Figuras 8 a 11. La correlación de colores puede utilizarse en un aparato de LCD (medio de visualización de cristal líquido) según se describe con respecto a la Fig. 6, o un aparato de DMD (medio de visualización especular digital) según se describe con respecto a la Fig. 7.

La Fig. 6 muestra, de forma esquemática, un aparato de medio de visualización de LC. En la realización mostrada, el píxel P_i comprende cuatro subpíxeles LC RP, GP, BP, YP. Los filtros RF, GF, BF, YF de color están asociados con los subpíxeles RP, GP, BP, YP. Los filtros RF, GF, BF, YF de color pueden estar presentes en el otro lado de los subpíxeles RP, GP, BP, YP; por lo tanto entre las fuentes LR, LG, LB, LY de luz y los subpíxeles RP, GP, BP, YP. No todos los subpíxeles RP, GP, BP, YP deben tener un filtro de color. En la realización mostrada, hay presentes cuatro fuentes LR, LG, LB, LY de luz que son excitadas por el excitador LDR y que definen conjuntamente con los filtros RF, GF, BF, YF de color los colores primarios RW, GW, BW, YW del aparato de medio de visualización DD. En la Fig. 7 se hace que los colores de la luz generada por las fuentes LR, LG, LB, LY de luz coincidan con los filtros asociados RF, GF, BF, YF y no son alterados en sus relaciones por los filtros RF, GF, BF, YF. O dicho de otra forma, solo se requiere que los filtros de color bloqueen la luz de las fuentes de luz no asociadas. Ahora, la luz que sale de las fuentes LR, LG, LB, LY de luz son los primarios del medio DD de visualización.

En vez de las cuatro fuentes distintas LR, LG, LB, LY de luz solo puede haber presentes tres fuentes de luz. Ahora, se selecciona uno de los filtros RF, GF, BF, YF de color para que pase al menos parte de la luz de al menos dos de las fuentes LR, LG, LB, LY de luz. De forma alternativa, se puede utilizar una única fuente de luz de un conjunto de fuentes de luz, emitiendo todas sustancialmente el mismo espectro. En la presente realización, los primarios están definidos por la distribución espectral de la luz de la fuente de luz y el filtraje espectral de los filtros de color.

Un excitador PDR de píxeles suministra las señales de excitación r , g , b , y a los subpíxeles RP, GP, BP, YP, respectivamente, para controlar una transmisión de los subpíxeles RP, GP, BP, YP.

Se debe hacer notar que, si se requieren más de cuatro primarios, se requieren más de cuatro subpíxeles por píxel. Dependiendo de cómo se obtienen los primarios, se requerirán fuentes de luz y/o filtros de color de colores más diferenciados. Aunque R, G, B, Y hace referencia a rojo, verde, azul y amarillo, en realidad se pueden utilizar otros colores.

La Fig. 7 muestra, de forma esquemática, un aparato de medio de visualización con un DMD y una rueda de colores. Una fuente L_1 de luz de espectro amplio genera un haz L_{11} de luz que incide sobre una rueda giratoria CW de colores. La rueda CW de colores tiene segmentos FG, FR, FB, FY de filtro de color. El haz LC1 de luz que sale de la rueda CW de colores incide secuencialmente en el tiempo sobre los subpíxeles M_1 , M_2 , M_3 , M_4 del píxel P_i del medio DMD de visualización. Todos los subpíxeles M_1 a M_4 pueden ser miniespejos idénticos cuyo ángulo se modula según una imagen que ha de ser representada visualmente.

La Fig. 8 muestra un diagrama de flujo de alto nivel de un procedimiento de diseño adicional de un medio de visualización. En la etapa S1, se determinan las luminancias LU de los objetos RO. Normalmente, estas luminancias LU para objetos RO de distintos colores se determinan una vez y luego son almacenadas en una tabla. De forma

alternativa, se pueden encontrar estas luminancias LU en la bibliografía y pueden ser utilizadas inmediatamente en la etapa S2. En la etapa S2, se seleccionan los primarios RW, GW, BW, YW de forma que la máxima luminancia BR de distintos colores reproducibles con la gama definida por los primarios RW, GW, BW, YW coincida sustancialmente con las luminancias LU de los espectros reflejados por los objetos RO que tienen los colores correspondientes. Si para el diseño del medio de visualización se prefiere un punto blanco distinto de la máxima luminancia, entonces se debe tomar un espectro distinto de la fuente LI2 de luz. Por ejemplo, para un punto blanco D65 se toma para LI2 el espectro correspondiente D65 de luz diurna. Para un punto blanco de 8600 K se toma el espectro correspondiente de radiador de cuerpo negro con una temperatura de 8600 K.

Si se tienen que determinar las luminancias LU, en la etapa S10, se iluminan los objetos reflectantes RO con la luz LI2 generada por la fuente L2 de luz de banda ancha. En la etapa S11, se miden las luminancias LU de los espectros reflectantes reflejados por los objetos reflectantes RO, que tienen un reflejo sustancialmente de un 100% a diversas longitudes de onda, y se calculan la cromaticidad λ_0 y la luminancia LU correspondientes. En la etapa S12, se almacenan las luminancias determinadas LU para su uso. De forma alternativa, si ya se conocen, las luminancias LU pueden ser almacenadas directamente y no se requieren las etapas S10 y S11.

La Fig. 9 muestra un diagrama de flujo de una realización del procedimiento de diseño de un medio de visualización. En la presente realización, la etapa S2 opera como sigue. En primer lugar, en la etapa S20 se selecciona un conjunto de primarios RW, GW, BW, YW y el punto blanco deseado. Los primarios seleccionados RW, GW, BW, YW y el punto blanco seleccionado también son denominados colectivamente PR. En la etapa S21 se calcula la relación de los primarios seleccionados RW, GW, BW, YW para obtener el punto blanco deseado. A continuación, también en la etapa S21, se calcula la máxima luminancia BR para todos los colores primarios RW, GW, BW, YW y todos los colores secundarios. Los colores secundarios son los colores resultantes de la mezcla de colores primarios RW, GW, BW, YW que tienen la máxima luminancia BR. Se determina la luminancia LU de los objetos reflectantes correspondiente a los colores primarios RW, GW, BW, YW y a los colores secundarios o recuperados del medio de almacenamiento.

Los valores calculados BR de luminancia son comparados con las luminancias correspondientes LU en la etapa S22. Finalmente, en la etapa S23 se toma una decisión de si los valores BR de luminancia coinciden sustancialmente con las luminancias LU según los criterios MC de coincidencia. Si un conjunto de primarios seleccionados RW, GW, BW, YW no satisface los criterios MC de coincidencia, el algoritmo prosigue a la etapa S20 y selecciona otro conjunto de primarios RW, GW, BW, YW. Si un conjunto de primarios seleccionados RW, GW, BW, YW satisface los criterios MC de coincidencia este conjunto es un candidato para ser implementado en un medio de visualización y es almacenado en la etapa S24.

El algoritmo puede detenerse una vez que se encuentra un conjunto coincidente de primarios RW, GW, BW, YW. De forma alternativa, el algoritmo puede buscar más de un conjunto coincidente, o incluso todos ellos, de primarios RW, GW, BW, YW. Si hay disponibles más conjuntos de primarios coincidentes RW, GW, BW, YW es posible seleccionar el conjunto que tiene las mejores perspectivas al implementarlo en un medio de visualización. Por ejemplo, una consideración importante es la eficacia del soporte físico requerido para obtener los primarios coincidentes RW, GW, BW, YW. De forma alternativa, el mejor conjunto puede ser el conjunto con la mayor gama.

Se debe hacer notar que en vez de los colores primarios y de los colores secundarios, o además de ellos, se pueden seleccionar otros colores para los cuales se comparan los valores asociados BR de luminancia con las luminancias LU. Los colores seleccionados deberían ser realizables con los primarios RW, GW, BW, YW seleccionados. Aunque se hace referencia a cuatro primarios RW, GW, BW, YW, se puede aplicar el mismo algoritmo en menos o más de cuatro primarios RW, GW, BW, YW. Además, aunque los cuatro primarios utilizan las letras R (rojo), G (verde), B (azul) e Y (amarillo), se pueden seleccionar otros colores para los primarios.

Ejemplos de criterios coincidentes pueden ser: la luminancia del color de píxel se encuentra en un intervalo de 80 a 120 por ciento de la luminancia LU del objeto RO con el mismo color. El intervalo puede diferir para distintos colores. De forma alternativa, según se elucida con respecto a la Fig. 11, se puede utilizar un planteamiento empírico. Normalmente, los errores tienen que encontrarse dentro de $\pm 10\%$.

La Fig. 10 muestra un diagrama de flujo de una realización del procedimiento de diseño de un medio de visualización. En la presente realización, la etapa S2 opera como sigue.

En primer lugar, en la etapa S25 se selecciona un conjunto de primarios RW, GW, BW, YW. También se denomina a los primarios seleccionados RW, GW, BW, YW colectivamente PR. En la etapa S26, se define un conjunto de puntos CP de comprobación. Estos puntos CP de comprobación son colores en la gama de visualización en los que se tiene que comprobar la coincidencia. Por ejemplo, los puntos CP de comprobación son las cromaticidades de los primarios rojo, verde y azul (RW, GW, BW), los secundarios amarillo, magenta y turquesa (RW+GW, RW+BW, GW+BW, respectivamente) y el punto blanco preferente (por ejemplo, D65).

En la etapa S27, se determinan las luminancias correspondientes BR de los puntos CP de comprobación, o son recuperadas de un medio de almacenamiento. En la etapa S28, se determinan las luminancias LU de los objetos reflectantes RO correspondientes a los puntos CP de comprobación, o son recuperadas de un medio de

almacenamiento. En la etapa S29, se calcula la relación entre las luminancias BR de los primarios RW, GW, BW, YW de visualización.

En la etapa S30, se toma una decisión de si los valores BR de luminancia coinciden sustancialmente con las luminancias LU según los criterios MC de coincidencia. Si un conjunto de primarios seleccionados RW, GW, BW, YW no satisface los criterios MC de coincidencia, el algoritmo prosigue a la etapa S25 y selecciona otro conjunto de primarios RW, GW, BW, YW. Si un conjunto de primarios seleccionados RW, GW, BW, YW satisface los criterios MC de coincidencia este conjunto es un candidato para ser implementado en un medio de visualización y es almacenado en la etapa S31. Para cada uno de los primarios RW, GW, BW, YW se puede definir un intervalo en el que se pueden seleccionar estos primarios.

El algoritmo puede detenerse una vez que se encuentra un conjunto coincidente de primarios RW, GW, BW, YW. De forma alternativa, el algoritmo puede buscar más de un conjunto coincidente, o incluso todos ellos, de primarios RW, GW, BW, YW. Si hay disponibles más conjuntos de primarios coincidentes RW, GW, BW, YW, es posible seleccionar el conjunto que tiene las mejores perspectivas al implementarlo en un medio de visualización. Por ejemplo, una consideración importante es la eficacia del soporte físico requerido para obtener los primarios coincidentes RW, GW, BW, YW, o el mejor conjunto con respecto al tamaño de la gama, cuanto mayor sea la gama mejor. En una realización, se minimiza el error de las luminancias BR del medio de visualización y de las luminancias LU de color reflectante en las cromaticidades en el punto de comprobación. Esta minimización del error es posible seleccionando la cromaticidad óptima de los primarios RW, GW, BW, YW en los intervalos permitidos y/o cambiando sus luminancias. Se puede cambiar la luminancia de un primario cambiando el espectro de la luz de fondo o cambiando el espectro de transmisión del o de los filtros de color. El error puede definirse, por ejemplo, como el error de media cuadrática de la diferencia de las luminancias, en el que se toma el log₁₀ de cada luminancia antes de calcular la diferencia. Normalmente, para un buen diseño de medio de visualización, el error debería ser inferior a + y - 10%.

Se debe hacer notar que en vez de los colores primarios y de los colores secundarios, o además de ellos, se pueden seleccionar otros colores para los cuales se comparan los valores asociados BR de luminancia con las luminancias LU. Los colores seleccionados deberían ser realizables con los primarios RW, GW, BW, YW seleccionados. Aunque se hace referencia a cuatro primarios RW, GW, BW, YW, se puede aplicar el mismo algoritmo en menos o más de cuatro primarios RW, GW, BW, YW. Además, aunque los cuatro primarios utilizan las letras R (rojo), G (verde), B (azul) e Y (amarillo), se pueden seleccionar otros colores para los primarios.

Otros ejemplos de criterios coincidentes pueden ser: la luminancia del color de píxel se encuentra en un intervalo de 80 a 120 por ciento de la luminancia LU del objeto RO con el mismo color. El intervalo puede diferir para distintos colores. De forma alternativa, según se elucida con respecto a la Fig. 11, se puede utilizar un planteamiento empírico. Normalmente, los errores se encuentran dentro de +-10%.

La Fig. 11 muestra un diagrama de flujo de una realización según el procedimiento de diseño de un medio de visualización. En la etapa S25, se seleccionan los primarios RW, GW, BW, YW, por ejemplo, por un operario. El punto blanco puede estar preestablecido o también puede ser seleccionable por el operario. En la etapa S26, se representan visualmente las imágenes IM de ensayo utilizando los primarios RW, GW, BW, YW y el punto blanco seleccionado en la etapa S25. En la etapa S27, un grupo de telespectadores mira la imagen representada visualmente y se considera que la luminancia BR del color de píxel coincide sustancialmente con la luminancia LU si al menos un 90% del grupo de telespectadores no observan aberraciones discernibles de luminancia en la imagen molestas o significativas. La imagen de ensayo puede ser realmente una representación de una situación del mundo real que también esté presente para los telespectadores, y se considera que la luminancia BR del color de píxel coincide sustancialmente con la luminancia LU si al menos un 90% del grupo de telespectadores no observa diferencias molestas, o significativas, o discernibles entre la luminancia del color y la luminancia correspondiente.

La Fig. 12 muestra otro diagrama de flujo del procedimiento de diseño de un medio de visualización. Se seleccionan los al menos cuatro colores primarios RW, GW, BW, YW cambiando la cromaticidad de al menos uno de los colores primarios RW, GW, BW, YW o añadiendo un color primario adicional.

En la etapa S30, se aplica una correlación de gama a una señal IS de imagen de ensayo de entrada que tiene un conjunto predefinido de colores distintos. En la etapa S31, se comprueba la luminancia BR de los distintos colores representados visualmente en respuesta a la imagen IS de ensayo de entrada. En la etapa S32, se cambia la cromaticidad de al menos uno de los colores primarios RW, GW, BW, YW para obtener la luminancia BR que coincide sustancialmente con la luminancia LU del espectro reflectante correspondiente RS. De forma alternativa, o además de ello, se añade un color primario adicional a los colores primarios ya presentes para obtener la luminancia BR que coincide sustancialmente con la luminancia LU del espectro reflectante correspondiente RS de uno específico de los colores primarios que provoca una desviación sustancial de la luminancia coincidente LU. Por ejemplo, si se detecta una luminancia BR demasiado elevada con respecto a la luminancia LU para un color particular, se proporciona al nuevo primario este color o sustancialmente este color.

La Fig. 13 muestra ejemplos de gamas que tienen una luminancia sustancialmente coincidente.

La primera gama GA1 está definida por los cuatro primarios R YG, GC, B con las coordenadas x, y, Y, respectivamente para

R1: 0,6717, 0,3181, 19,6

YG1: 0,3564, 0,6319, 68,1

GC1: 0,0959, 0,6958, 33,1

B1: 0,1429, 0,0458, 7,1

La segunda gama GA2 está definida por los cinco primarios R, G, B, C, Y con las coordenadas x, y, Y, respectivamente para

R2: 0,6776, 0,3153, 17,1

G2: 0,2115, 0,7569, 34,4

B2: 0,1449, 0,0486, 7,1

C2: 0,0215, 0,6069, 10,5

Y2: 0,3681, 0,6208, 70,5

5 La tercera gama GA3 está definida por los seis primarios R, G, B, C, M, Y con las coordenadas x, y, Y, respectivamente para

R3: 0,6658, 0,3264, 20,0

G3: 0,2781, 0,6653, 66,9

B3: 0,1468, 0,0514, 6,6

C3: 0,0567, 0,3292, 9,9

M3: 0,3407, 0,0986, 10,3

Y3: 0,4308 0,5597 84,8

Se debería hacer notar que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran más que limitan la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

10 Por ejemplo, si no se requiere una compensación exacta de la luminancia, la tabla 1 de consulta no necesita comprender las luminancias exactas de los objetos reflectantes. Puede ser suficiente almacenar luminancias aproximadas de objetos reflectantes. Por ejemplo, pareció que una precisión de + y - 10% era suficiente.

15 La presente correlación de colores puede implementarse de forma ventajosa con independencia del número de primarios utilizados en el medio de visualización siempre que la gama de visualización difiera de la gama de la señal de entrada.

20 Se debería comprender que la anterior tecnología de correlación puede realizarse en distintos aparatos o soporte lógico, por ejemplo puede formar parte de un soporte lógico de procesamiento de fotografías, que permite la grabación de datos en un formato que depende del dispositivo para ser ofrecidos a un medio particular de visualización posteriormente. La corrección también puede ser aplicada por un servicio profesional, por ejemplo suministrando las señales mejoradas mediante un canal dedicado en Internet, o como una señal mejorada en una memoria (por ejemplo, adquirible en una tienda en una tarjeta de memoria). También se pueden descargar perfiles de corrección (por ejemplo, la LUT) para aplicarlos en el ordenador doméstico de cada cual, o recibir un módulo de ampliación, etc.

25 En las reivindicaciones, no se interpretará que ningún signo de referencia colocado entre paréntesis limite la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o de etapas distintos de los indicados en una reivindicación. El artículo "un" o "una" que precede un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. La invención puede implementarse mediante soporte físico que comprende varios elementos diferenciados, y mediante un ordenador programado de forma adecuada. En la reivindicación del dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios pueden ser implementados por un
30 único elemento de soporte físico. El mero hecho de que se reciten ciertas medidas en reivindicaciones dependientes mutuamente distintas no indica que no pueda utilizarse con ventaja una combinación de estas medidas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de correlación de colores para correlacionar una señal (IS) de imagen de entrada con una señal (OS) de imagen de salida para un medio (DD) de visualización que comprende píxeles (Pi) de visualización que tienen tres o más subpíxeles (RP, GP, BP, YP) con colores primarios (RW, GW, BW, YW) que definen una gama (WG) de colores de visualización, comprendiendo el procedimiento:

establecer una correlación (2) de gama de la señal (IS) de imagen de entrada que tiene colores de píxeles de entrada definidos por una luminancia (Y) de entrada y una cromaticidad (x, y) de entrada para obtener una señal correlacionada (MS) de imagen que tiene colores de píxeles correlacionados correspondientes definidos por una luminancia correlacionada (Ym) y una cromaticidad correlacionada (xm, ym), encontrándose los colores de píxeles de entrada en una gama de colores de entrada distinta de la gama (WG) de colores de visualización;

recuperar (3) una primera luminancia consultada Y1 consultando una luminancia almacenada (LU) en una tabla (1) de consulta a la cromaticidad correlacionada (xm, ym) de la señal correlacionada (MS) de imagen, siendo la primera luminancia consultada Y1 una máxima luminancia (LU) de un objeto reflectante (RO) que tiene un color correspondiente a la cromaticidad correlacionada (xm, ym);

recuperar (6) una segunda luminancia consultada Y2 consultando la luminancia almacenada (LU) en la tabla (1) de consulta a la cromaticidad (x, y) de entrada de la señal (IS) de entrada, siendo la segunda luminancia consultada Y2 una máxima luminancia (LU) de un objeto reflectante (RO) que tiene un color correspondiente a la cromaticidad (x, y) de entrada; y

20 adaptar (5) la luminancia correlacionada (Ym) utilizando un factor G para obtener una luminancia (Ys) de salida, estando definida una señal (OS) de salida de imagen por la cromaticidad correlacionada (xm, ym) y la luminancia (Ys) de salida, y comprendiendo la adaptación (5) de la luminancia correlacionada (Ym) la puesta en escala de la luminancia correlacionada (Ym) mediante un factor G, que es igual a $Y2 / Y1$.
- 25 2. Un procedimiento de correlación de colores según la reivindicación 1, en el que la correlación (2) de gama solo aplica una correlación de gama a la cromaticidad (x, y) de entrada, y en el que la luminancia correlacionada (Ym) es la luminancia (Y) de entrada.
3. Un procedimiento de correlación de colores según la reivindicación 1, en el que la correlación (2) de gama proporciona una intensificación del color.
- 30 4. Un procedimiento de correlación de colores según la reivindicación 3, en el que la intensificación del color es un aumento de la saturación.
5. Un procedimiento de correlación de colores según la reivindicación 1, en el que el medio (DD) de visualización es un medio de visualización de múltiples primarios que tiene un número de colores primarios (RW, GW, BW, YW) superior a tres.
- 35 6. Un circuito de correlación de colores para correlacionar una señal de imagen de entrada con una señal de imagen de salida para un medio (DD) de visualización que comprende píxeles (Pi) de visualización que tienen subpíxeles (RP, GP, BP, YP) con colores primarios (RW, GW, BW, YW) que definen una gama (WG) de colores de visualización, comprendiendo el circuito de correlación de colores:

un correlacionador (2) de gama para establecer una correlación de gama de la señal (IS) de imagen de entrada que tiene colores de píxeles de entrada definidos por una luminancia (Y) de entrada y una cromaticidad (x, y) de entrada para obtener una señal correlacionada (MS) de imagen que tiene colores de píxeles correlacionados correspondientes definidos por una luminancia correlacionada (Ym) y una cromaticidad correlacionada (xm, ym), encontrándose los colores de píxeles de entrada en una gama de colores de entrada distinta de la gama (WG) de colores de visualización;

40 un circuito (3) de consulta para recuperar una primera luminancia consultada Y1 consultando una luminancia almacenada (LU) en una tabla (1) de consulta a la cromaticidad correlacionada (xm, ym) de la señal correlacionada (MS) de imagen, siendo la primera luminancia consultada Y1 una máxima luminancia (LU) de un objeto reflectante (RO) que tiene un color correspondiente a la cromaticidad correlacionada (xm, ym);

un circuito (6) de consulta para recuperar una segunda luminancia consultada Y2 consultando la luminancia almacenada (LU) en la tabla (1) de consulta a la cromaticidad (x, y) de entrada de la señal (IS) de entrada, siendo la segunda luminancia consultada Y2 una máxima luminancia (LU) de un objeto reflectante (RO) que tiene un color correspondiente a la cromaticidad (x, y) de entrada; y

un circuito (5) de adaptación para utilizar un factor G para obtener una luminancia (Ys) de salida, estando definida una señal (OS) de salida de imagen por la cromaticidad correlacionada (xm, ym) y la luminancia (Ys) de salida, y comprendiendo la adaptación (5) de la luminancia correlacionada (Ym) la puesta en escala de la luminancia correlacionada (Ym) mediante un factor G que es igual a $Y2 / Y1$.

50

55

7. Un medio (DD) de visualización que comprende píxeles (P_i) de visualización que tienen subpíxeles (RP, GP, BP, YP) con colores primarios (RW, GW, BW, YW) que definen una gama (WG) de colores de visualización y el circuito de correlación de colores según la reivindicación 6.

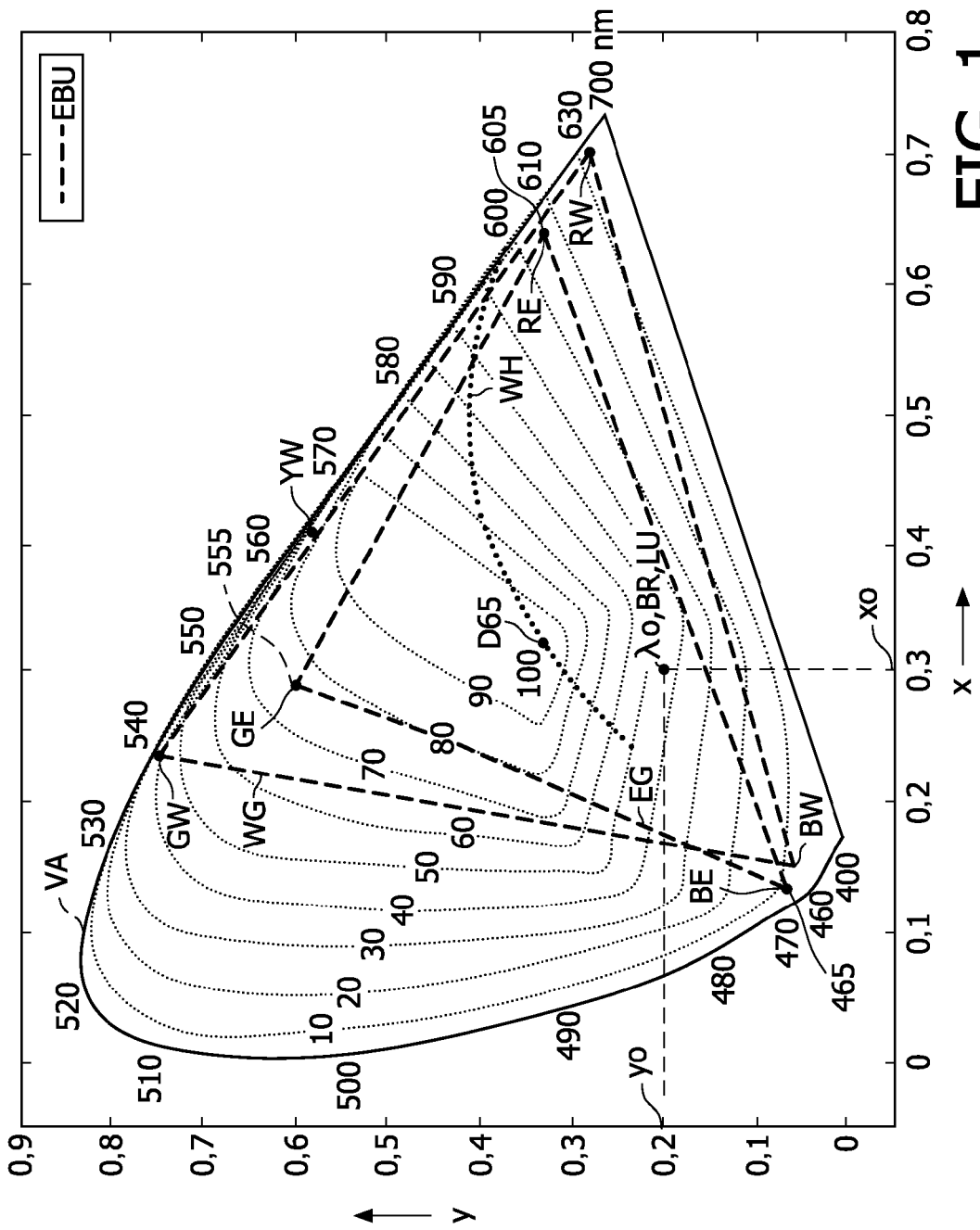


FIG. 1

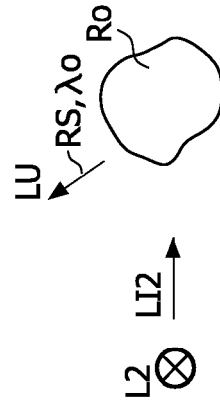


FIG. 2

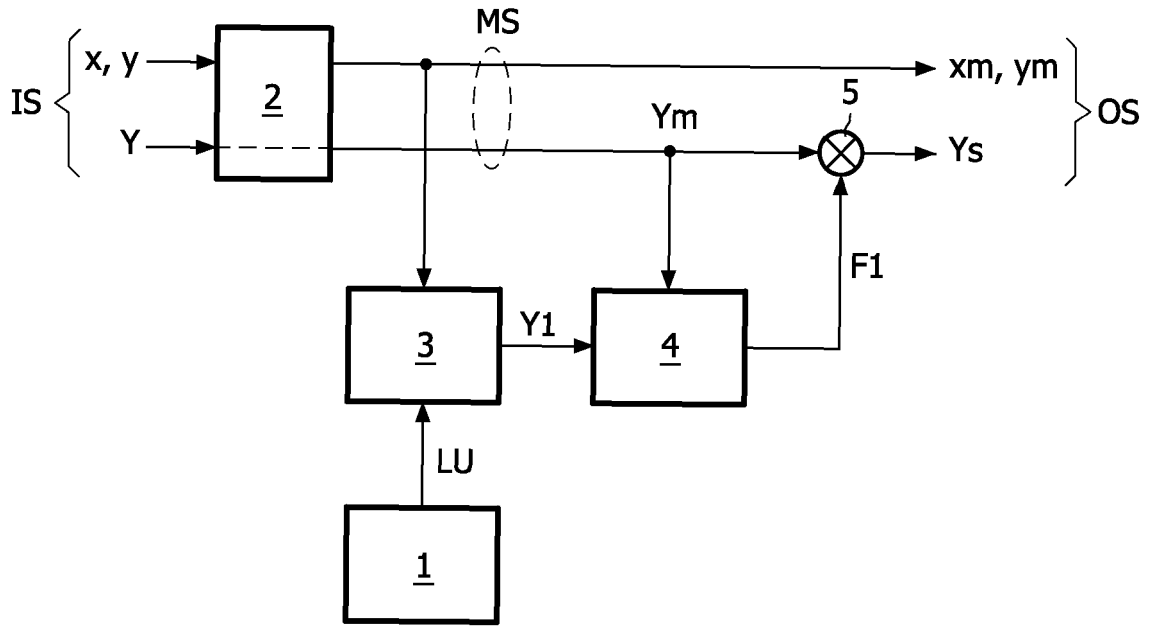


FIG. 3

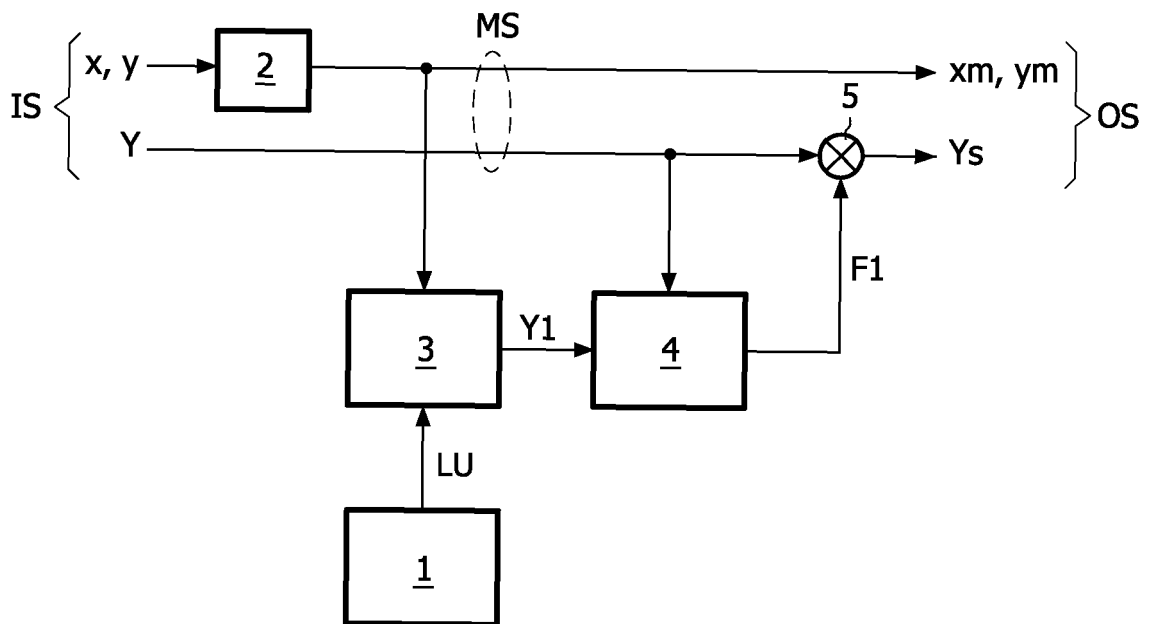


FIG. 4

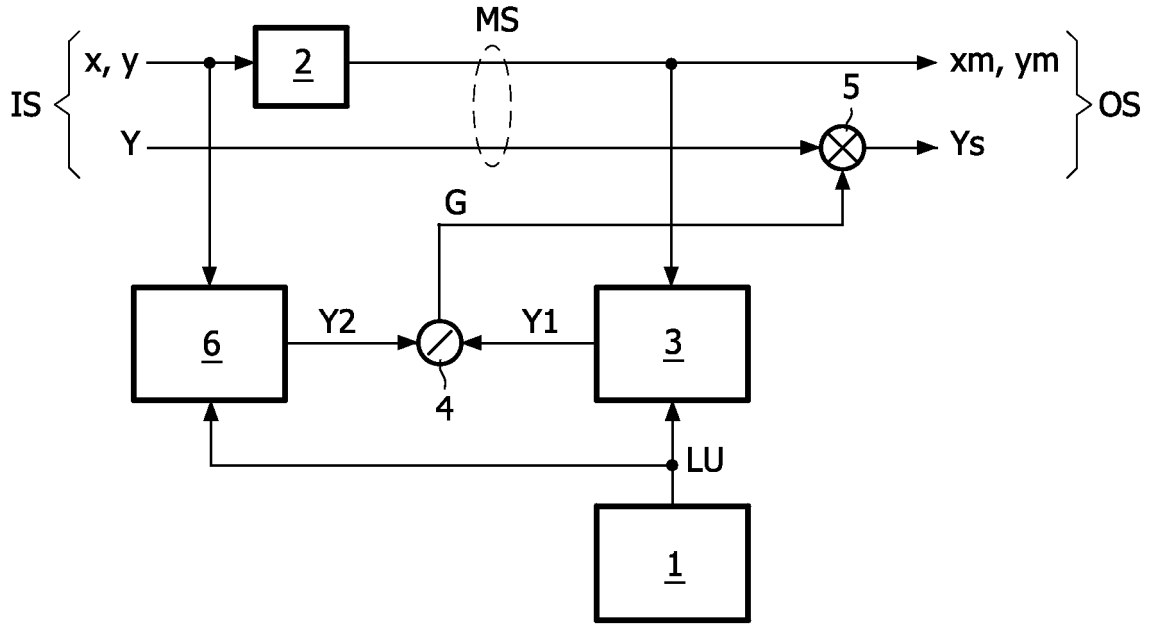


FIG. 5

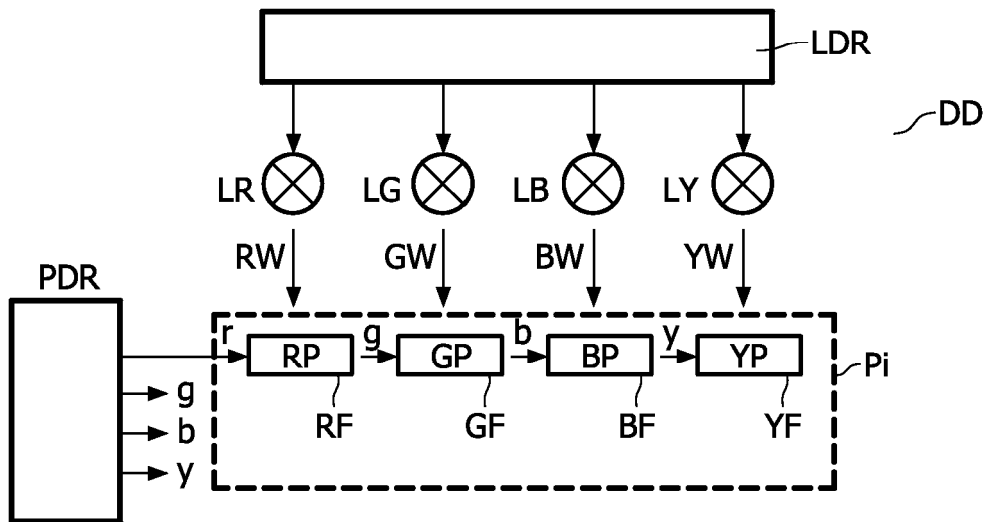


FIG. 6

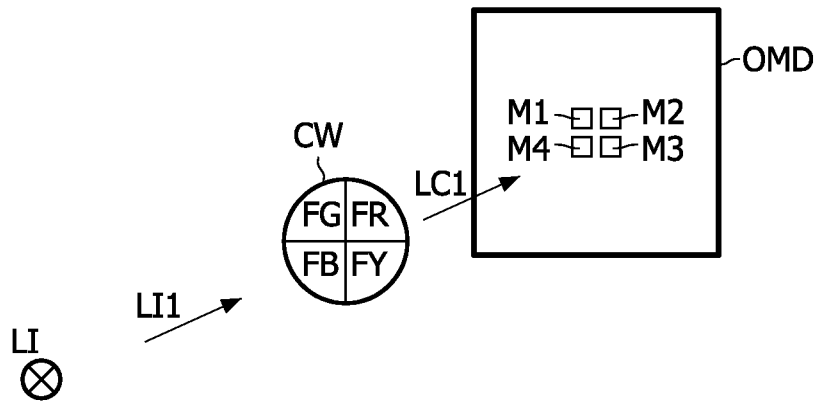


FIG. 7

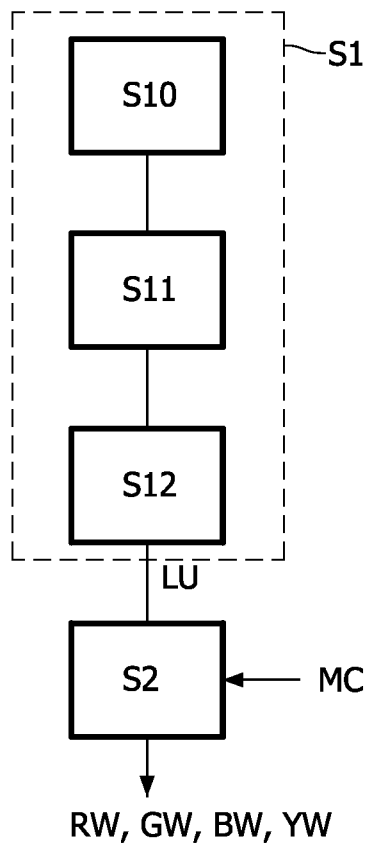


FIG. 8

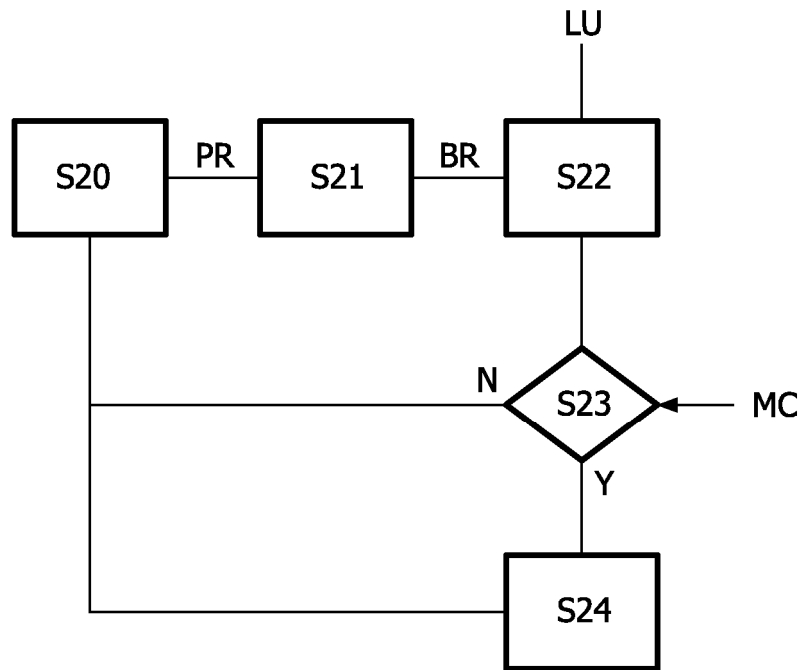


FIG. 9

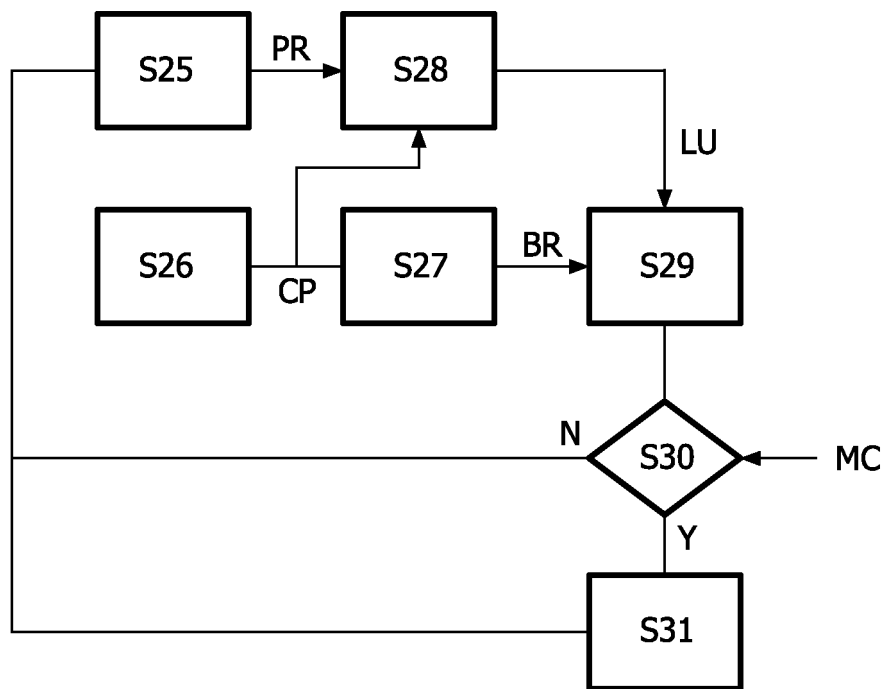


FIG. 10

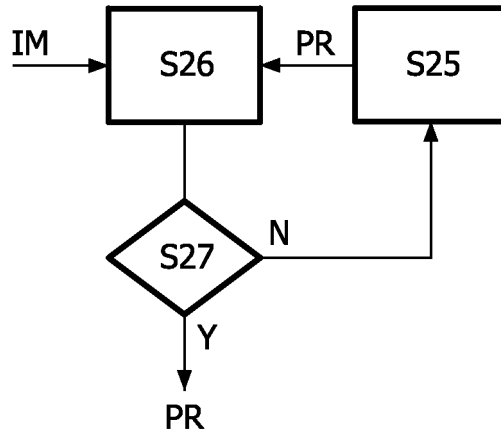


FIG. 11

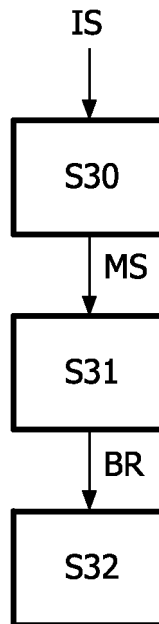


FIG. 12

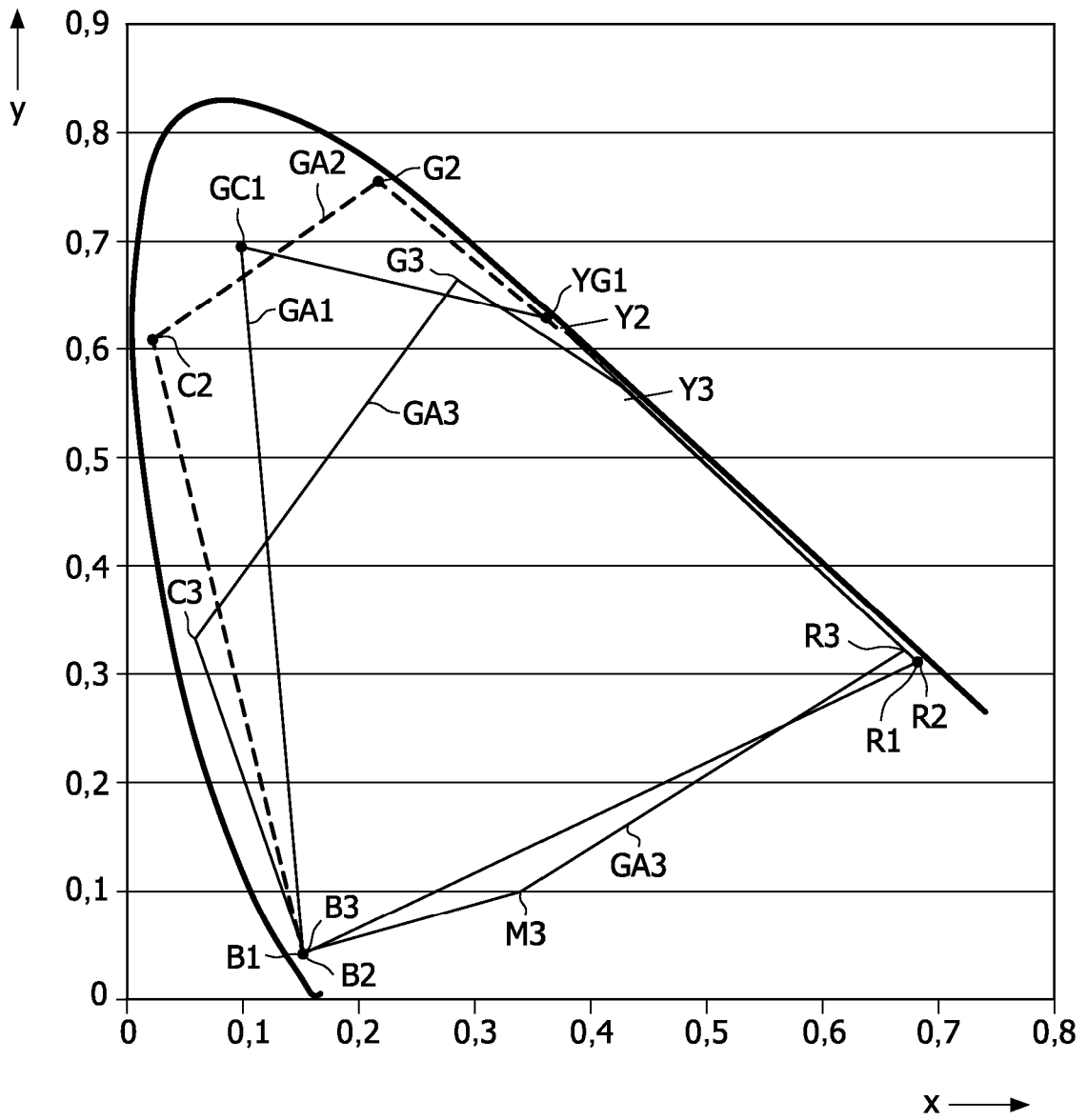


FIG. 13