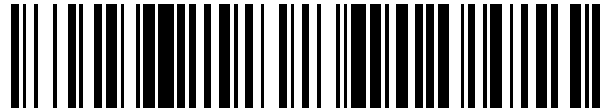


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 473 611**

51 Int. Cl.:

H04B 10/116 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.12.2007 E 07860136 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014 EP 2136484**

54 Título: **Transmisor de luz visible, receptor de luz visible, sistema de comunicación de luz visible y método de comunicación de luz visible.**

30 Prioridad:

30.03.2007 JP 2007091744

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

07.07.2014

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-742, KR**

72 Inventor/es:

TOGASHI, MITSUHIRO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 473 611 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

Transmisor de luz visible, receptor de luz visible, sistema de comunicación de luz visible y método de comunicación de luz visible.

[Campo técnico]

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de transmisión de luz visible, a un aparato de recepción de luz visible, a un sistema de comunicación de luz visible y a un método de comunicación de luz visible.

[Técnica anterior]

- 10 Las técnicas ópticas de comunicación que utilizan luz en el rango de la luz visible han atraído mucho interés recientemente. Junto con la rápida proliferación de dispositivos de iluminación que utilizan dispositivos de emisión de luz, tales como diodos emisores de luz (LEDs, Light Emitting Diodes) o similares, se están desarrollando técnicas para conseguir una comunicación de datos más cómoda, a mayor velocidad, utilizando infraestructuras que incluyen iluminación interior y exterior.

- 15 Aunque los LED son los más prometedores para la emisión de luz en transmisión óptica de datos a alta velocidad en términos de la influencia sobre el cuerpo humano y el equipamiento médico, están disponibles asimismo otros dispositivos semiconductores de emisión de luz, que incluyen los diodos láser (LDs, Laser Diodes) o los diodos superluminiscentes (SLDs, Super Luminescent Diodes), que ofrecen una característica de respuesta más rápida. Asimismo, la velocidad de transferencia de datos depende de la velocidad de respuesta del diodo emisor de luz en la comunicación óptica. En este contexto, se necesita una técnica para transmitir establemente una gran cantidad de datos en una señal de emisión de luz de un dispositivo emisor de luz.

- 20 En relación con el problema anterior, por ejemplo, la solicitud de aplicación de patente japonesa a inspección pública número 2004-147063 (documento de patente 1) da a conocer una estructura para regular la tensión de control a efectos de cambiar la intensidad de la luz emitida desde la fuente de luz en función de una señal multiplexada en frecuencia. Con la utilización de esta estructura, es posible cambiar la intensidad de la luz de una fuente de luz o transmitir datos multiplexados bajo un control de encender/apagar. En comparación con la no multiplexación, se puede conseguir una velocidad de transferencia de datos mayor. La publicación de solicitud de patente japonesa a inspección pública número 2006-325085 (documento de patente 2) da a conocer una estructura para transmitir diferentes datos mediante controlar la emisión de luz de una serie de fuentes de luz que tienen espectros diferentes. Para ser más concretos, el documento de patente 2 da a conocer una estructura para transmitir datos mediante mapear valores digitales (1, 0) a cambios de fase en una temporización de transmisión de una señal de modulación por anchura de impulsos (PWM, Pulse Width Modulation).

El documento US 2007/0058987 da a conocer un sistema de comunicación de luz visible en el que se asigna un bit de datos a cada uno de LEDs rojo, verde y azul, de tal modo que cada LED se enciende o se apaga dependiendo del valor del bit asignado al mismo.

[Descripción]

- 35 [Problema técnico]

- 40 Sin embargo, la técnica de transmisión del documento de patente 1 aumenta la tasa de errores de transmisión debido a una disminución en la intensidad de la luz sobre un trayecto de transmisión, a causa de que los datos multiplexados son transmitidos mediante modular una intensidad de la luz. Especialmente, en la comunicación de luz visible, si una fuente de luz como aparato de transmisión es un dispositivo de iluminación, la intensidad de la luz se reduce debido a efectos de apantallamiento. Por consiguiente, una tasa de errores de transmisión mayor disminuye la velocidad de transferencia de datos. Incluso aunque se implemente la técnica de transmisión del documento de patente 1, no es fácil aumentar la velocidad de transferencia de datos hasta el límite de respuesta de la fuente de luz.

- 45 Al mismo tiempo, de la técnica de transmisión del documento de patente 2 no se espera más que un aumento de unas pocas veces la velocidad de transferencia de datos debido a que la multiplicidad de los datos es igual o menor que el número de fuentes de luz que tienen espectros de emisión diferentes. Además, la multiplicidad se reduce adicionalmente, excepto cuando la fuente de luz emite luz blanca.

- 50 La presente invención está destinada a solucionar los problemas anteriores. Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es dar a conocer un aparato de transmisión de luz visible, un aparato de recepción de luz visible, un sistema de comunicación de luz visible, y un método de comunicación de luz visible, para permitir la transmisión de datos modulados a un número de múltiples valores que incluyen tantos valores como el número de fuentes de luz

o más y, al mismo tiempo suprimir un aumento en la tasa de errores de transmisión, provocado por una disminución en la intensidad de la luz sobre un trayecto de transmisión.

[Solución técnica]

5 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se da a conocer un aparato de transmisión de luz visible que comprende una serie de emisores de luz para emitir luz en diferentes colores, un calculador de coordenadas de cromaticidad para mapear un valor digital a un valor de coordenadas de cromaticidad; y un controlador de la intensidad de la luz para controlar la intensidad de la luz de cada uno de los emisores de luz en base al valor de las coordenadas de cromaticidad correspondiente al valor digital.

10 La serie de emisores de luz pueden estar agrupados en una serie de grupos de emisores de luz, teniendo cada grupo una serie de emisores de luz.

El controlador de la intensidad de la luz puede controlar la serie de emisores de luz para emitir luz periódicamente con intensidades de la luz correspondientes a un valor de coordenadas de cromaticidad que es un punto de referencia.

15 El controlador de la intensidad de la luz puede controlar parte de la serie de emisores de luz para emitir luz siempre con intensidades de la luz correspondientes a un valor de coordenadas de cromaticidad predeterminado que es un punto de referencia.

El calculador de las coordenadas de cromaticidad puede mapear una señal de transmisión codificada sin DC al valor de coordenadas de cromaticidad.

20 El controlador de la intensidad de la luz puede controlar la intensidad de la luz de cada uno de los emisores de luz, de tal modo que la relación de las intensidades de la luz de los emisores de luz en un periodo PWM corresponde al valor de las coordenadas de cromaticidad correspondiente al valor digital.

25 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se da a conocer un aparato de recepción de luz visible para la desmodulación de un valor digital correspondiente a un valor de coordenadas de cromaticidad, que comprende: una serie de receptores de luz que tienen diferentes características espectrales; un calculador de coordenadas de cromaticidad para calcular el valor de las coordenadas de cromaticidad de acuerdo con una intensidad de la luz recibida, detectada mediante cada uno de los receptores de luz; y un desmodulador para desmodular el valor digital a partir del valor de las coordenadas de cromaticidad.

30 El aparato de recepción de la luz visible puede incluir además un corrector de las coordenadas de cromaticidad para calcular un vector que tiene elementos que son las intensidades de la luz recibidas, detectadas mediante los receptores de luz, para una matriz lineal para calibrar la reproducción del color y compensar las intensidades de la luz recibidas, detectadas mediante los receptores de luz.

35 El corrector de las coordenadas de cromaticidad puede calcular cada coeficiente de la matriz lineal basándose en las intensidades de la luz recibidas de los receptores de luz detectadas a partir de luz recibida correspondiente a un valor de coordenadas de cromaticidad predeterminado que es un punto de referencia, y a las intensidades de la luz de los receptores de luz calculadas a partir del valor de coordenadas de cromaticidad predeterminado que es un punto de referencia.

El calculador de las coordenadas de cromaticidad puede calcular el valor de las coordenadas de cromaticidad basándose en la intensidad total de la luz recibida, detectada por cada uno de los receptores de luz en un periodo PWM.

40 Una realización de la presente invención da a conocer un sistema de comunicación de luz visible que comprende un aparato de transmisión de acuerdo con un primer aspecto, y un aparato de recepción de acuerdo con un segundo aspecto.

45 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se da a conocer un método de comunicación de luz visible en un aparato de transmisión de luz visible con una serie de emisores de luz para emitir luz en diferentes colores, comprendiendo el método las etapas de: mapear un valor digital a un valor de coordenadas de cromaticidad; y controlar una intensidad de la luz de cada uno de los emisores de luz basándose en el valor de las coordenadas de cromaticidad correspondiente al valor digital.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se da a conocer un método de comunicación de luz visible en un aparato de recepción de luz visible que tiene una serie de receptores de luz con características

espectrales diferentes, para desmodular un valor digital correspondiente a un valor de coordenadas de cromaticidad, comprendiendo el método las etapas de: calcular el valor de las coordenadas de cromaticidad de acuerdo con una intensidad de la luz recibida, detectada por cada uno de los receptores de luz; y desmodular el valor digital a partir del valor de las coordenadas de cromaticidad.

5 Una realización de la presente invención implementa un método que comprende las etapas de los métodos acordes con el tercer y cuarto aspectos.

10 Cuando se aplica la configuración descrita anteriormente, un valor digital se puede mapear a un valor de coordenadas de cromaticidad, para su transmisión. Por lo tanto, la transmisión multi-valor aumenta la velocidad de transferencia de datos. Asimismo, dado que la transmisión de datos no se ve afectada por la atenuación de la intensidad de la luz sobre el trayecto de transmisión, se consigue de manera estable una velocidad de transferencia de datos elevada.

[Resultados ventajosos]

15 De acuerdo con la presente invención, tal como se ha descrito anteriormente, se pueden transmitir datos modulados a un número de múltiples valores que incluyen más valores que el número de fuentes de luz y, al mismo tiempo, se puede suprimir un aumento en la tasa de errores de transmisión provocado por una intensidad de la luz menor sobre un trayecto de transmisión.

[Mejor modo de llevar a cabo la invención]

20 A continuación se realiza una descripción detallada de realizaciones preferidas de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. A través de la descripción y los dibujos, se comprenderá que los mismos numerales de referencia de los dibujos se refieren a elementos que tienen sustancialmente las mismas funciones y configuración, para evitar redundancia en la descripción.

<Realización de la invención>

25 A continuación se describe un sistema de comunicación 1000 de luz visible acorde con una realización de la presente invención. El sistema de comunicación 1000 de luz visible la acorde con la realización de la presente invención incluye una estructura para mapear un valor digital multiplexado a un valor de coordenadas de cromaticidad en el sistema de color predeterminado, una estructura para controlar una serie de emisores de luz para que emitan luz a una cromaticidad indicada por el valor de las coordenadas de cromaticidad, una estructura para detectar el valor de las coordenadas de cromaticidad de acuerdo con la relación de intensidad de la luz recibida a cada cromaticidad, y una estructura para desmodular un valor digital original a partir de las coordenadas de cromaticidad. Esto se describirá en mayor detalle haciendo referencia a los dibujos.

30 [Configuración del sistema de comunicación 1000 de luz visible]

Haciendo referencia a la figura 1, se describirá el sistema de comunicación 1000 de luz visible acorde con la realización de la presente invención. La figura 1 muestra la configuración del sistema de comunicación 1000 de luz visible acorde con la realización de la presente invención.

35 Tal como se muestra en la figura 1, el sistema de comunicación 1000 de luz visible incluye principalmente un aparato de transmisión 100 de luz visible y un aparato de recepción 200 de luz visible. El aparato de transmisión 100 de luz visible incluye principalmente una serie de emisores de luz 110 y un controlador de modulación/emisión de múltiples valores 120. Al mismo tiempo, el aparato de recepción 200 de luz visible incluye principalmente una serie de receptores de luz 210 y un detector/desmodulador de cromaticidad 220. Aunque no se muestra, el aparato de
40 transmisión 100 de luz visible puede incluir, por ejemplo, un convertidor serie/paralelo para convertir valores digitales en valores paralelos en bits y multiplexar los valores paralelos. Al mismo tiempo, el aparato de recepción 200 de luz visible puede incluir, por ejemplo, un convertidor de paralelo/serie para convertir una serie de bits en un valor digital en serie.

(Aparato de transmisión 100 de luz visible)

45 En el aparato de transmisión 100 de luz visible, el controlador de modulación/emisión de múltiples valores 120 multiplexa valores digitales de entrada y mapea el valor digital multiplexado a un valor de coordenadas de cromaticidad en un sistema de color predeterminado. Una serie de puntos de cromaticidad son ubicados en un esquema de color, de acuerdo con una multiplicidad de modulación. Los puntos de cromaticidad corresponden con precisión a los puntos de señal en una constelación utilizada en comunicación de múltiples valores de un área de
50 propagación. Notablemente, las coordenadas de cromaticidad del sistema de color son obviamente diferentes de los

puntos de señal, porque las coordenadas de cromaticidad representan colores y cromas. Por consiguiente, la multiplicidad de un valor digital se puede incrementar como mucho en el número de representaciones de cromas.

5 Para emitir luz desde la serie de emisores de luz 110 a la cromaticidad indicada mediante el punto de cromaticidad correspondiente al valor digital multiplexado, el controlador 120 de modulación/emisión de múltiples valores controla la intensidad de la luz de cada uno de los emisores de luz 110. Después de configurar la suma de las intensidades de la luz de todos los emisores de luz 110 a un valor predeterminado, el controlador 120 de modulación/emisión de múltiples valores puede determinar la relación de intensidad de la luz de cada emisor de luz 110. Es decir, el controlador 120 de modulación/emisión de múltiples valores puede aplicar las relaciones de la intensidad de la luz de los emisores de luz 110 a la señal de modulación correspondiente al valor digital multiplexado. Como consecuencia, se puede evitar el problema de una disminución en la tasa de errores de transmisión provocada por una reducción en la intensidad de la luz sobre un trayecto de transmisión.

(Aparato de recepción 200 de luz visible)

15 En el aparato de recepción 200 de luz visible, la serie de receptores de luz 210, que tienen sensibilidades de recepción de luz (sensibilidades espectrales) para diferentes longitudes de onda, reciben luz correspondiente al punto de cromaticidad y miden la intensidad de la luz recibida a cada longitud de onda (color). El detector/desmodulador de cromaticidad 220 calcula tres valores de estimulación a partir de la intensidad de la luz modulada digitalmente de la luz recibida a cada longitud de onda, y detecta un punto de cromaticidad utilizando los valores de estimulación mediante la utilización de la función de ajuste de color. Asimismo, el detector/desmodulador de cromaticidad 220 desmodula el valor digital correspondiente al valor de coordenadas de cromaticidad del punto de cromaticidad. En el presente documento, el detector/desmodulador de cromaticidad 220 desmodula el valor digital en base al mismo sistema de color que se ha utilizado en el controlador 120 de modulación/emisión de múltiples valores. Se asume que el detector/desmodulador de cromaticidad 220 tiene ya información sobre las posiciones de los puntos de color situados en el sistema de color predeterminado.

25 Se ha descrito en detalle la configuración del sistema de comunicación 1000 de luz visible. De acuerdo por ejemplo con la configuración que se muestra en la figura 1, la información sobre el punto de cromaticidad correspondiente a las señales de múltiples valores S2, S8 y S6 se puede transmitir en las relaciones de las intensidades de luz emitidas desde los emisores de luz 110. Como resultado, se puede aumentar la multiplicidad hasta el número de emisores de luz 110 o más, y se puede evitar el problema de la disminución en la tasa de errores de transmisión provocada por una disminución en la intensidad de la luz sobre un trayecto de transmisión. Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, a continuación se describirán en detalle estructuras funcionales del aparato de transmisión 100 de luz visible y del aparato de recepción 200 de luz visible.

[Estructura funcional del aparato de transmisión 100 de luz visible]

35 Haciendo referencia a la figura 2, se describirá una estructura funcional de un aparato de transmisión 100 de luz visible según la realización de la presente invención. La figura 2 muestra la estructura funcional del aparato de transmisión 100 de luz visible según la realización de la presente invención.

40 Tal como se muestra en la figura 2, el aparato de transmisión 100 de luz visible incluye principalmente un calculador de coordenadas de cromaticidad 122, un controlador 124 de la intensidad de la luz, circuitos 112 de accionamiento de las fuentes de luz, y fuentes de luz 114. El calculador de coordenadas de cromaticidad 122 y el controlador 124 de la intensidad de la luz forman el controlador 120 de modulación/emisión de múltiples valores. Los circuitos 112 de accionamiento de las fuentes de luz y las fuentes de luz 114 forman los emisores de luz 110. Aunque no se muestra, el aparato de transmisión 100 de luz visible puede incluir además un convertidor de serie/paralelo.

(Calculador 122 de coordenadas de cromaticidad)

45 El calculador 122 de las coordenadas de cromaticidad mapea un valor digital recibido α a un punto de cromaticidad. Es decir, el calculador de las coordenadas de cromaticidad 122 mapea cada valor digital al valor de las coordenadas de cromaticidad de un punto de cromaticidad correspondiente al valor digital de acuerdo con la distribución de puntos de cromaticidad que tiene números de múltiples valores predeterminados. El calculador 122 de las coordenadas de cromaticidad puede utilizar cualesquiera sistemas de color que incluyen, por ejemplo, un sistema de color Munsell y un sistema de color Ostwald así como un sistema de color CIE (RGB, XYZ(Yxy), LxUxV, Lxaxb, etc.) adoptado por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE, Commission Internationale de l'Éclairage) como sistema de color con puntos de cromaticidad. Esto se debe a que el sistema de comunicación 1000 de luz visible acorde con la realización de la presente invención puede llevar a cabo detección de cromaticidad mediante un esquema tal como color colorimetría espectrofotométrica, tal como se describe más adelante.

Haciendo referencia a la figura 4, se describirá en resumen una función específica del calculador 122 de las coordenadas de cromaticidad. La figura 4 es un diagrama que muestra una distribución de puntos de cromaticidad

predeterminada, definida en un sistema de color Yxy. En la figura 4, se muestra un campo visual de 2 grados (una línea continua) y un campo de visual de 10 grados (una línea discontinua).

Tal como se muestra en la figura 4, por ejemplo, en el sistema de color está establecida de manera preliminar una distribución s de puntos de cromaticidad predeterminada. La información sobre el tipo de sistema de color y la distribución de puntos de cromaticidad se comparte por adelantado entre el aparato de transmisión 100 de luz visible y el aparato de recepción 200 de luz visible, o se notifica mediante un método durante la transmisión de datos. En el ejemplo de la figura 4, la distribución de los puntos de cromaticidad es para el caso de multiplexación de 4 bits de los valores digitales (multiplicidad de modulación = 16). Los puntos de cromaticidad S0 a S15 están mapeados, por ejemplo, a valores digitales mostrados en la figura 4 (B). El calculador 122 de coordenadas de cromaticidad selecciona un punto de cromaticidad correspondiente al valor digital de entrada α de entre los puntos de cromaticidad S0 a S15 y determina el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) del punto de cromaticidad seleccionado.

Por ejemplo, si se tiene que el valor digital $\alpha = 0x7$, el calculador de coordenadas de cromaticidad 122 selecciona un punto de cromaticidad S7 y transmite el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) del punto de cromaticidad al controlador 124 de la intensidad de la luz. Como se desprende del ejemplo anterior, cuando la multiplicidad se expresa como 2^M (M es un número entero), la transmisión de datos se puede llevar a cabo mapeando un valor digital de M bits a un punto de cromaticidad. Asimismo, la información sobre la distribución de puntos de cromaticidad del sistema de color mostrado en la figura 4(A) se puede tabular tal como se muestra en la figura 4(B), y compartir entre el aparato de transmisión 100 de luz visible y el aparato de recepción 200 de luz visible.

(Controlador 124 de la intensidad de la luz)

De nuevo se hará referencia a la figura 2. El controlador 124 de la intensidad de la luz determina las intensidades de la luz de los emisores de luz 110 a respectivas longitudes de onda de la luz, para emitir luz con la cromaticidad indicada mediante el valor de las coordenadas de cromaticidad (x, y) determinado por el calculador 122 de coordenadas de cromaticidad. Especialmente, el controlador 124 de la intensidad de la luz calcula una relación de intensidad de la luz para cada longitud de onda a efectos de conseguir la cromaticidad correspondiente al valor de coordenadas de cromaticidad (x, y). Por ejemplo, el controlador 124 de la intensidad de la luz calcula una relación de rojo (R), verde (G) y azul (B) para conseguir la cromaticidad correspondiente al valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) y calcula tensiones de accionamiento para los emisores de luz 110, de acuerdo con las intensidades de la luz de los colores.

El controlador 124 de la intensidad de la luz determina asimismo la intensidad de la luz de cada color, de tal modo que la intensidad total de la luz de los emisores de luz 110 es un valor predeterminado, y calcula una tensión de accionamiento correspondiente a la intensidad de la luz de cada color. Esto se debe a que, considerando que los valores de coordenadas de cromaticidad están normalmente estandarizados como luminancias, es preferible controlar las intensidades de la luz de los emisores de luz 110 de acuerdo con la intensidad de la luz total. El controlador 124 de la intensidad de la luz transmite una señal de control de circuito de accionamiento a cada circuito de accionamiento 112 de fuente de luz, a efectos de que emita luz desde cada fuente de luz 114 a la tensión de accionamiento calculada para cada color, tal como se describe más adelante. La señal de control del circuito de accionamiento se utiliza para controlar la intensidad de la luz de cada fuente de luz 114. En el ejemplo de la figura 2, el controlador 124 de la intensidad de la luz transmite tres señales de control de circuito de accionamiento a, b y c a los circuitos de accionamiento de fuente de luz (A), (B) y (C), respectivamente.

Asimismo, el controlador 124 de la intensidad de la luz puede representar una cromaticidad mediante controlar una intensidad total de la luz de las fuentes de luz 114 durante un tiempo predeterminado. Es decir, el controlador 124 de la intensidad de la luz multiplica la intensidad de la luz que emite cada fuente de luz 114 durante un tiempo predeterminado, para cada color, y calcula un valor de coordenadas de cromaticidad utilizando el valor del producto de cada color, como la intensidad de la luz recibida de cada color. A continuación, el controlador 124 de la intensidad de la luz determina la tensión de accionamiento de cada fuente de luz 114, representada mediante el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y). Por ejemplo, si el aparato de transmisión 100 de luz visible es un dispositivo de iluminación que lleva a cabo control PWM, la influencia del control PWM se puede eliminar mediante mapear un valor acumulado de la intensidad de la luz a un valor de coordenadas de cromaticidad (x, y), de acuerdo con un período PWM.

Además, el controlador 124 de la intensidad de la luz controla la intensidad de la luz de cada fuente de luz 114 de acuerdo con una cromaticidad correspondiente a un punto de coordenadas de cromaticidad predeterminado (en adelante, denominado un punto de referencia o un modelo predeterminado) durante la inicialización, o periódicamente. Tal como se describe a continuación, el aparato de recepción 200 de luz visible utiliza una matriz lineal que calibra la diferencia entre el espectro de emisión de luz del lado de transmisión y la sensibilidad espectral del lado de recepción, para la calibración de la reproducción del color. Por consiguiente, el aparato de transmisión 100 de luz visible puede transmitir la señal de referencia para calibración de un valor de matriz lineal, mediante emitir luz con una cromaticidad correspondiente al punto de referencia, a una temporización predeterminada o

periódicamente, para afrontar un cambio en el espectro de emisión de luz del lado de transmisión, o un cambio en la sensibilidad espectral del lado de recepción.

(Circuitos 112 de accionamiento de fuentes de luz)

5 Los circuitos 112 de fuentes de luz controlan las intensidades de la luz de las fuentes de luz 114 descritas anteriormente, en función de señales de control de circuitos de accionamiento recibidas desde el controlador de emisión 124. Por ejemplo, un circuito de accionamiento 112 de la fuente de luz (A) conectado a la fuente de luz (A) 114 recibe la señal de control a del circuito de accionamiento y acciona la fuente de luz (A) 114 para que emita luz a una tensión de accionamiento indicada mediante la señal de control a del circuito de accionamiento. De manera similar, un circuito de accionamiento 112 de la fuente de luz (B) y un circuito de accionamiento 112 de la fuente de luz (C) accionan asimismo la fuente de luz (B) 114 y la fuente de luz (C) 114 en función de las señales b y c de control de los circuitos de accionamiento, respectivamente.

(Fuentes de luz 114)

15 Las fuentes de luz 114 emiten luz en función de tensiones de accionamiento suministradas desde los circuitos de accionamiento 112 de las fuentes de luz. Aunque las fuentes de luz 114 están configuradas con dispositivos semiconductores de emisión de luz tales como LEDs, LDs o SLDs, pueden estar configuradas con dispositivos de emisión de luz incluidos en lámparas fluorescentes, pantallas CRT, dispositivos de panel de pantalla de plasma (PDP, Plasma Display Panel), dispositivos de electroluminiscencia (EL, Electro Luminescence) o LCDs.

20 Tal como se describe en mayor detalle a continuación, el sistema de comunicación 100 de luz visible acorde con la realización de la presente invención transmite datos mediante mapear un valor digital a coordenadas de cromaticidad. La transmisión de datos es diferente a la transmisión de datos basada en modulación de longitudes de onda o similares, y se lleva a cabo para evitar la influencia sobre la distribución espectral de las fuentes de luz 114. Por ejemplo, cuando se detecta el espectro de luz blanca emitida desde las fuentes de luz 114 utilizando LEDs, aparecen picos longitudes de onda de R, G y B. Sin embargo, el espectro de la luz blanca emitida mediante dispositivos de visualización descritos anteriormente tiene picos pequeños a las longitudes de onda R, G y B, y el espectro es ancho. Si se utiliza una estructura para detectar una señal basada en la forma del espectro o en la intensidad de la señal, una diferencia en la forma el espectro se representa como una diferencia en los datos desmodulados. Por lo tanto, es necesario limitar el tipo de dispositivo utilizado como fuente de luz. Por contraste, si se transmiten datos utilizando coordenadas de cromaticidad tal como en la realización de la presente invención, la señal se puede recibir utilizando el aparato de recepción 200 de luz visible, independientemente del tipo de fuentes de luz 114. Como resultado, se pueden manejar fuentes de luz 114 que tengan diversos dispositivos de emisión de luz.

35 Tal como se muestra en la figura 4, el aparato de transmisión 100 de luz visible tiene una serie de fuentes de luz 114. Las fuentes de luz 114 tienen sus distribuciones espectrales únicas y pueden emitir luces de diferentes colores (La, Lb y Lc). Asimismo, cada fuente de luz 114 no está confinada a un oscilador de un solo modo. Es posible agrupar la serie de fuentes de luz 114 en una serie de grupos, cada uno para emitir luz del mismo color y para controlar la intensidad de la luz por grupos. En este caso, por ejemplo, los circuitos de accionamiento 112 de fuentes de luz están configurados de manera que suministran tensiones de accionamiento a las fuentes de luz 114 por grupos, o el controlador 124 de la intensidad de la luz está configurado de manera que transmite la misma señal de control de circuitos de accionamiento a los circuitos de accionamiento 112 de fuentes de luz conectados al mismo grupo de fuentes de luz 114. Alternativamente, la cromaticidad de la luz se puede regular controlando el número de emisiones de luz de las fuentes de luz 114 en cada grupo, mediante un control de encender/apagar de la totalidad o parte de las fuente de luz 114 del grupo.

45 Hasta ahora, se ha descrito la configuración funcional del aparato de transmisión 100 de luz visible según la realización de la presente invención. Si se aplica la configuración funcional, la transmisión de datos basada en coordenadas de cromaticidad permite la modulación de los datos a un número de múltiples valores que tiene tantos valores como el número de fuentes de luz 114 o más en el aparato de transmisión 100 de luz visible, aumenta la cantidad de datos transmisibles en un pulso y consigue una transmisión de datos a mayor velocidad. Asimismo, cuando la información se lleva a cabo en la relación de intensidad de la luz de cada color, la poca influencia resultante, de la atenuación de la intensidad de la luz en el trayecto de transmisión puede conducir a una menor tasa de errores de transmisión. Dado que la transmisión de datos está basada en cromaticidades, es posible conseguir una alta velocidad mediante aumentar el número de valores múltiples con el número de cromas incluidos en las cromaticidades y no se selecciona el tipo de fuentes de luz 114.

(Configuración funcional del aparato de recepción 200 de luz visible)

Haciendo referencia a la figura 3, se describe una configuración funcional del aparato de recepción 200 de luz visible según la realización de la presente invención. La figura 3 muestra la configuración funcional del aparato de recepción 200 de luz visible según la realización de la presente invención.

5 Tal como se muestra en la figura 3, el aparato de recepción 200 de luz visible incluye principalmente filtros 212, convertidores optoelectrónicos 214, circuitos de conversión AD 216, un corrector 222 de coordenadas de cromaticidad, un detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad y un desmodulador 226. Los filtros 212, los convertidores optoelectrónicos 214 y los circuitos de conversión AD 216 forman los receptores de luz 210. El corrector 222 de coordenadas de cromaticidad, el detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad y el desmodulador 226 forman el detector/desmodulador de cromaticidad 220.

(Filtros 212 y convertidores optoelectrónicos 214)

15 Los filtros 212 son filtros ópticos que tienen características predeterminadas de sensibilidad espectral. De manera más específica, los filtros 212 son filtros de color para separar la luz de cada color. Cuando la luz incide a través de los filtros 212, los convertidores optoelectrónicos 214 entregan potencia en función de sus intensidades de la luz recibidas. De este modo, la intensidad de la luz recibida de cada color se puede detectar mediante combinar los filtros 212 y los convertidores optoelectrónicos 214.

20 Los convertidores optoelectrónicos 214 están configurados, por ejemplo, con fotodiodos (PDs, Photo Diodes) (PDs de tipo pn, PDs de tipo pin, o fotodiodos de avalancha (APDs, Avalanche Photo Diodes)) y entregan corrientes de cantidades proporcionales a las intensidades de la luz recibidas. Por lo tanto, los convertidores optoelectrónicos 214 puede entregar señales en función de las magnitudes de las corrientes de salida. Al mismo tiempo, dado que la reproducción del color se calibra utilizando una matriz lineal en un extremo posterior en el sistema de comunicación 1000 de luz visible según la realización de la presente invención, se puede detectar un valor de las coordenadas de cromaticidad incluso aunque la sensibilidad espectral del aparato de recepción 200 de luz visible no se ajuste perfectamente a la distribución espectral del aparato de transmisión 100 de luz visible.

25 (Circuitos de conversión AD 216)

30 Los circuitos de conversión AD 216 son convertidores A/D para convertir señales analógicas en señales digitales. Los circuitos de conversión A/D 216 convierten señales de colores respectivos (señales analógicas) recibidas desde los convertidores optoelectrónicos 214 en señales digitales. Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 3, la luz incidente sobre un convertidor optoelectrónico 214 a través de un filtro (A') 212 es convertida en una señal eléctrica analógica mediante conversión optoelectrónica, es convertida en una señal digital a' mediante un circuito de conversión AD 216, y a continuación es proporcionada al corrector 222 de coordenadas de cromaticidad. Del mismo modo, las señales digitales b' y c' correspondientes a la luz incidente a través de un filtro (B') 212 y de un filtro (C') 212 son proporcionadas al corrector 222 de coordenadas de cromaticidad.

(Corrector 222 de coordenadas de cromaticidad)

35 El corrector 222 de coordenadas de cromaticidad calibra la reproducción del color utilizando un esquema de matriz lineal. El esquema de matriz lineal se describirá brevemente.

40 Se utiliza una tecnología de calibración del color denominada un esquema de matriz lineal, para calibrar la reproducción del color en un dispositivo fotográfico, tal como una cámara digital o una cámara de video. Este dispositivo fotográfico funciona determinando componentes de una matriz lineal mediante comparar la reproducción del color de imágenes de muestra (modelos de color predeterminados, etc.) capturados en una condición predeterminada (por ejemplo, una condición de iluminación constante, etc.) con la reproducción del color de imágenes de muestra capturados en una condición real. Específicamente, el dispositivo de fotografía captura una imagen de muestra y determina componentes de matriz que transforman los datos RGB (una intensidad de la luz recibida, medida para cada color) de la imagen de muestra capturada realmente, con los datos RGB de una imagen de muestra preservada.

45 Para una imagen diferente a la imagen de muestra, se aplica una matriz lineal a los datos RGB capturados, y los datos RGB se transforman en datos RGB sin cambios en características de filtro o características de sensibilidad de la luz recibida. Por consiguiente, a pesar de un cambio en las características de filtro o en las características de sensibilidad de la luz recibida, se puede calibrar una matriz lineal mediante la utilización de una imagen de muestra predeterminada. Por lo tanto, se puede conseguir un resultado de salida en base a características constantes de filtro o a características constantes de la sensibilidad de la luz recibida.

Tal como se ha descrito anteriormente, cuando se transmiten ópticamente datos multiplexados utilizando coordenadas de color, una disminución en la sensibilidad espectral del lado de recepción conduce a un aumento en la tasa de errores de desmodulación, en comparación con un esquema general de multiplexación de longitudes de onda en el que es recibida y desmodulada a la luz con un espectro de emisión independiente. Además, dado que la sensibilidad espectral del lado de recepción depende de la sensibilidad espectral de los convertidores optoelectrónicos 214 y de los filtros 212 de separación de colores, por ejemplo, un cambio en las sensibilidades espectrales afecta a la reproducción del color.

En este contexto, se adopta el esquema de matriz lineal utilizado para una cámara de video o una cámara de video digital. De acuerdo con un esquema de matriz lineal, se calculan intensidades de la luz calibradas en reproducción R', G' y B' de los colores respectivos, manejando una matriz predeterminada (una matriz lineal) con las intensidades de la luz recibidas de colores R, G y B, tal como mediante la ecuación (1). Para una cámara de video o similares, el esquema de matriz lineal se utiliza para hacer que la reproducción del color se aproxime a una reproducción del color ideal, definida como un estándar de una señal de video.

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \dots \dots (1)$$

Los elementos de la matriz, $a_{11} \sim a_{33}$, son coeficientes determinados de acuerdo con las sensibilidades espectrales de los filtros 212, los convertidores optoelectrónicos 214, etc. Cada coeficiente de la matriz lineal se puede calcular utilizando por lo menos tres conjuntos de datos con respecto a las intensidades de la luz (R, G, B) y las intensidades de la luz post-calibración (R', G', B'). De este modo, el aparato de transmisión 100 de luz visible mezcla una señal de transmisión con una señal de referencia correspondiente a un valor predeterminado de coordenadas de cromaticidad (un punto de referencia) y transmite la señal mezclada periódicamente, o en una temporización predeterminada. El aparato de recepción 200 de luz visible puede calcular cada coeficiente de la matriz lineal en el corrector 222 de coordenadas de cromaticidad después de recibir la señal de referencia a través de los receptores de luz 210. Obviamente, los valores de intensidades de la luz recibidas post-calibración (R', G' y B') correspondientes al punto de referencia están preservados por adelantado en el corrector 222 de coordenadas de cromaticidad. Asimismo, el corrector 222 de coordenadas de cromaticidad puede calcular cada coeficiente de la matriz lineal utilizando tres o más conjuntos de datos mediante un método de mínimos cuadrados. De acuerdo con el método de mínimos cuadrados, se pueden calcular más coeficientes fiables.

El corrector 222 de coordenadas de cromaticidad calcula la ecuación (1) utilizando la matriz lineal obtenida mediante el método anterior. Esta vez, el corrector 222 de coordenadas de cromaticidad calibra la reproducción de color de tal modo que las coordenadas de color del lado de transmisión son idénticas a las del lado de recepción. Por consiguiente, las coordenadas de color de los lados tanto de transmisión como de recepción se pueden hacer idénticas mediante transformaciones de matrices lineales, incluso aunque la distribución del espectro de emisión del aparato de transmisión 100 de luz visible no se ajuste perfectamente a la sensibilidad espectral del aparato de recepción 200 de luz visible. Por ejemplo, aunque se modifique la combinación de colores de las fuentes de luz 114 en el aparato de transmisión 100 de luz visible, se puede detectar un valor digital correspondiente a un punto de cromaticidad debido a que se conoce la separación entre los puntos de cromaticidad S0 a S15 y su relación posicional relativa.

Cuando hay luz incidente en los receptores de luz 210 del aparato de recepción 200 de luz visible, procedente de un dispositivo diferente al aparato de transmisión 100 de luz visible, se añade un sumando que convierte las intensidades de la luz (R, G y B) en las intensidades de la luz post-calibración (R', G' y B'). Por lo tanto, el corrector 222 de coordenadas de cromaticidad calcula la siguiente ecuación (2).

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} R_0 \\ G_0 \\ B_0 \end{pmatrix} \dots \dots (2)$$

El corrector 222 de coordenadas de cromaticidad compensa las señales digitales a' , b' y c' correspondientes a las intensidades de la luz recibidas de los colores respectivos mediante calcular la ecuación (1) o la ecuación (2), y proporciona las señales digitales compensadas resultantes a , b y c al detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad.

5 (Detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad)

El detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad detecta un valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) basándose en las señales digitales a , b y c compensadas mediante el corrector 222 de coordenadas de cromaticidad. En el presente documento, el detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad detecta los valores de coordenadas de cromaticidad (x, y) basándose en el sistema de color utilizado en el calculador de coordenadas de cromaticidad 122 del aparato de transmisión 100 de luz visible. Por ejemplo, en el caso del sistema de color Yxy mostrado en la figura 4, el detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad calcula tres valores de estimulación (X, Y, Z) a partir de las señales digitales (a, b, c) utilizando una función de ajuste de color que representa una sensibilidad espectral correspondiente al ojo humano, y obtiene el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) a partir de los resultados del cálculo. Al mismo tiempo, el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) se puede obtener a partir de las señales digitales (a, b, c) , tal como se realiza en colorimetría espectrofotométrica. El detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad transmite el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) al desmodulador 226.

En el caso en que el controlador de la intensidades de la luz 124 del aparato de transmisión 100 de luz visible acciona las fuentes de luz 114, teniendo en cuenta el control PWM, se transmite una señal según un periodo PWM. Por lo tanto, el detector 224 de valores de coordenadas de cromaticidad multiplica las señales digitales (a, b, c) por los colores respectivos en un periodo PWM, o sobre un período de tiempo predeterminado, y obtiene el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) de acuerdo con los productos resultantes (A, B, C) .

En un dispositivo de iluminación genérico, la intensidad de la luz perceptible para un humano se puede regular mediante prolongar o reducir el tiempo de emisión de luz, a través del control de la intensidad de la luz mediante accionamiento PWM de una fuente de luz. De acuerdo con las consideraciones anteriores, dado que el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) se mide utilizando la intensidad de la luz multiplicada sobre, por lo menos, un periodo PWM, existe poca influencia del control PWM. Un aspecto a destacar en este caso es que los periodos PWM deberían estar sincronizados entre las fuentes de luz 114.

(Desmodulador 226)

30 El desmodulador 226 desmodula el valor digital original α basándose en el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) . El desmodulador 226 puede detectar el valor digital α correspondiente a un punto de cromaticidad en el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) en la distribución de puntos de cromaticidad (consultar la figura 4) del sistema de color utilizado en el calculador de coordenadas de cromaticidad 122. Notablemente, se asume que el desmodulador 226 preserva información sobre la distribución de puntos de cromaticidad.

35 Se ha descrito anteriormente la configuración funcional del aparato de recepción 200 de luz visible según la realización de la presente invención. De acuerdo con la configuración, se calcula el valor de coordenadas de cromaticidad correspondientes a las intensidades de la luz recibida de los colores respectivos y se desmodula el valor digital original basándose en el valor de coordenadas de cromaticidad (x, y) . Por lo tanto, se puede suprimir un aumento en la tasa de errores de transmisión provocado por la atenuación de la intensidad de la luz en un trayecto de transmisión. Asimismo, dado que la reproducción de colores se calibra utilizando el esquema de matriz lineal, el valor digital original α se puede desmodular aunque el espectro de emisión del lado de transmisión no se ajuste perfectamente a la sensibilidad de recepción de la luz del lado de recepción. A continuación se realizará una descripción detallada de los resultados que se pueden conseguir mediante la aplicación del sistema de comunicación 1000 de luz visible según la realización de la presente invención.

45 [Resultados de la realización]

Se describirán en detalle los resultados que se pueden conseguir mediante aplicar la configuración del sistema de comunicación 1000 de luz visible, según la realización de la presente invención. En primer lugar, se estudia una tecnología de comunicación de luz visible desde un punto de vista diferente a la realización de la presente invención, y a continuación se describirán como contraste los resultados de la realización de la presente invención.

50 (Consideración 1)

Se estudiará una estructura para llevar a cabo la comunicación de luz visible mediante un control de encender/apagar tres tipos de fuentes de luz (R, G, B) . Por ejemplo, en una estructura para un control de encender/apagar independiente de una fuente de luz R , una fuente de luz G y una fuente de luz B , se transmiten

datos de 1 bit mediante cada una de las R, G y B y a continuación se transmiten datos de 3 bits mediante su combinación. Aunque se pueden mapear números octales a combinaciones RGB, para transmisión, la velocidad de transmisión de datos no se puede aumentar debido a que el número de bits de datos transmisibles a la vez es menor que el número de fuentes de luz. En este contexto, el sistema de comunicación 1000 de luz visible según la realización de la presente invención puede ofrecer resultados especiales porque es posible la multiplexación de tantos datos como el número de fuentes de luz o más, en comparación con la estructura simple de encender/apagar RGB, debido a que los valores digitales multiplexados son mapeados a puntos de cromaticidad de múltiples valores en las coordenadas de cromaticidad.

(Consideración 2)

Se considerará una estructura para mapear datos a los valores absolutos de las intensidades de luz emitida desde tres tipos de fuentes de luz (R, G, B) y para la transmisión de valores absolutos. Por ejemplo, se considerará una estructura para emitir luz desde fuentes de luz mediante controlar sus intensidades de la luz en el lado de transmisión, y medir los valores absolutos de intensidades de la luz recibidas de R, G y B y desmodular datos correspondientes a las intensidades de la luz recibidas en el lado de recepción. Esta estructura aumenta una tasa de errores durante la desmodulación cuando la intensidad de la luz se atenúa en un trayecto de transmisión. En particular, cuando la estructura se aplica a un dispositivo de iluminación o similar, la intensidad de la luz se atenúa inmediatamente debido a la influencia del apantallamiento, etc. Como resultado, es difícil aumentar la velocidad de transferencia de datos. A este respecto, el sistema de comunicación 1000 de luz visible según la realización de la presente invención presenta resultados especiales porque un cambio en la intensidad de la luz raramente afecta a la tasa de errores durante la desmodulación, debido a que un valor digital se mapea a un valor de coordenadas de cromaticidad, para transmisión, y por lo tanto el valor de coordenadas de cromaticidad se detecta de acuerdo con una relación (un valor relativo) de la intensidad de la luz recibida, medida para cada color, aunque la intensidad de la luz se modifique en el trayecto de transmisión.

(Consideración 3)

A continuación, se puede considerar una estructura para mapear un valor digital a una crominancia, para la transmisión. Una crominancia se puede expresar como un ángulo de un círculo de color. Por ejemplo, se puede contemplar una estructura para definir los datos 1 como emisión de luz en color correspondiente a un desplazamiento en sentido horario de 10 grados del círculo de color desde el rojo, en la siguiente temporización después de la emisión de luz en la posición del rojo. Con la utilización de crominancia, la atenuación de la intensidad de la luz en el trayecto de transmisión no afecta a la tasa de errores de transmisión tanto como en la realización de la presente invención. Sin embargo, si los datos 1 son mapeados a la crominancia resultante del desplazamiento en sentido horario de 10 grados, la transformación sucesiva de los datos 1 cambia el color significativamente en una dirección concreta. Por lo tanto, el color de un dispositivo de iluminación cambia considerablemente y se limitan los tipos de dispositivos de iluminación disponibles. Además, cuando se mapean datos a una crominancia pequeña, el nivel de identificación de señales cae y por lo tanto aumenta la tasa de errores de transmisión durante la desmodulación. Por consiguiente, se reduce la velocidad de transferencia de datos. A este respecto, el sistema de comunicación 1000 de luz visible según la realización de la presente invención ofrece resultados especiales en los que no se siguen los datos de transmisión sucesivos, es posible la multiplexación utilizando un intervalo de color predeterminado, y los colores de los dispositivos de iluminación no varían mucho (no se selecciona el tipo y la utilización de una fuente de luz) debido a que un valor digital está modulado a un número de múltiples valores, de acuerdo con la distribución de puntos de cromaticidad de un sistema de color. En comparación con la modulación a una crominancia, dado que se habilitan tantas modulaciones de múltiples valores como cromas están incluidos en las cromaticidades, es posible una transmisión de datos a mayor velocidad.

Tal como se ha descrito anteriormente, el sistema de comunicación 1000 de luz visible según la realización de la presente invención consigue los resultados mencionados anteriormente en vista de las características básicas de mapear valores digitales a coordenadas de color, para transmisión. Sin embargo, los resultados que el sistema de comunicación 1000 de luz visible puede conseguir no se limitan a los resultados anteriores.

Por ejemplo, se puede utilizar como una fuente de luz un LCD o PDP que tiene un espectro de emisión de luz de 3 colores (R, G, B) más ancho. Las coordenadas de cromaticidad definen respuestas basadas en funciones de ajuste de colores, en lugar de corresponder al espectro de luz. Por lo tanto, se pueden obtener como resultado las mismas coordenadas de cromaticidad, a pesar de los espectros diferentes. Por ejemplo, el blanco de una luz fluorescente con un espectro amplio de emisión de luz y un blanco con un pico fuerte en R, G, B (por ejemplo, 623nm, 523nm y 456nm) expresada como R, G, B de un LED, están en las mismas coordenadas de cromaticidad. Por lo tanto, en comparación con una estructura para identificar una señal mediante la forma del espectro, se consigue un resultado especial porque la identificación de la señal es posible independientemente de la distribución espectral de una fuente de luz.

En otro ejemplo, existe el resultado de evitar la necesidad de utilizar los tres colores R, G, B principales. Dado que el lado de recepción tiene solamente que detectar el valor de las coordenadas de cromaticidad de un punto de

cromaticidad, si la separación entre los puntos de cromaticidad está configurada para ser mayor que el ruido, se pueden transmitir datos incluso mediante luz diferente a la luz blanca. Por ejemplo, la multiplexación es posible utilizando solamente fuentes de luz azul (B) y verde (G).

5 En otro ejemplo, aunque cambien los colores de las fuentes de luz del aparato de transmisión 100 de luz visible, la transmisión de datos es posible sin cambiar la configuración del aparato de recepción 200 de luz visible. Esto se basa en una estructura para transmitir un modelo predeterminado en una cromaticidad correspondiente al punto de referencia, y calibrar una matriz lineal utilizando el modelo predeterminado. Con la utilización de la estructura para calibrar la matriz lineal utilizando la señal de referencia transmitida en una temporización predeterminada o periódicamente, las coordenadas de cromaticidad del lado de transmisión se pueden ajustar a las del lado de recepción basándose en la separación entre los puntos de cromaticidad y la relación posicional relativa de los puntos de cromaticidad. Por lo tanto, es posible detectar un punto de coordenadas de cromaticidad en función de la intensidad de la luz recibida de cada color que se transforma mediante la matriz lineal.

Además, en otro ejemplo, dado que se puede generar una señal de reloj a partir de los datos transmitidos, pueden manejarse muchas velocidades de transmisión.

15 Hasta ahora, se han descrito en detalle los resultados del sistema de comunicación 1000 de luz visible según la realización de la presente invención. Tal como se ha indicado anteriormente, se consigue solamente una modulación de velocidad relativamente baja en un LED de iluminación habitual, o similar. Por lo tanto, es importante aumentar la velocidad de transferencia de datos en comunicaciones ópticas basadas en la modulación de velocidad relativamente baja. En este aspecto, la utilización de la configuración descrita anteriormente permite la transmisión de datos a alta velocidad utilizando un dispositivo de iluminación con una velocidad de modulación baja. Al mismo tiempo, el límite superior de la multiplexación se determina en función de la distancia entre cromaticidades, el ruido, la anchura del desajuste en la sensibilidad de recepción de la luz y la capacidad de corrección de errores, lo que determina asimismo el límite superior de la velocidad de transferencia de datos en la configuración anterior.

25 Si bien la realización preferida de la presente invención se ha descrito haciendo referencia a los dibujos adjuntos, resulta obvio que la presente invención no se limita a los ejemplos relacionados. Los expertos en la materia comprenderán que se pueden realizar diversas modificaciones o cambios que caigan dentro del alcance de la presente invención, tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

30 Por ejemplo, aunque no han sido abordados los trayectos de transmisión en la descripción anterior de la realización de la presente invención, la tecnología según la realización de la presente invención es aplicable a una línea de transmisión de fibra óptica, así como a una línea de transmisión inalámbrica. Especialmente, es posible conseguir una comunicación por fibra óptica de alta velocidad utilizando una señal multiplexada, debido a la fuerte robustez frente a la atenuación de la intensidad de la luz sobre el trayecto de transmisión.

35 Si bien en la descripción de la realización de la presente invención no se describe una estructura para multiplexar espacialmente una serie de fuentes de luz, es posible configurar una serie de grupos de fuentes de luz de la misma configuración espacialmente (bidimensionalidad), para multiplexación. En este caso, los datos se pueden transmitir a una velocidad tan elevada como la de la multiplexación espacial. Asimismo, tal como se muestra en la figura 5, una estructura para transmitir una señal de referencia desde algún grupo de fuentes de luz permite siempre la calibración de la matriz lineal utilizando una señal correspondiente a un punto de referencia. Por lo tanto, incluso cuando incide luz desde otras fuentes de luz, se puede recuperar rápidamente el estado original. Cuando se utiliza esta estructura, se puede determinar si la calibración de la matriz lineal se realiza siempre o a una temporización predeterminada en el lado de recepción.

45 Si bien en la descripción de la realización de la presente invención la intensidad de la luz recibida de cada color se mide utilizando una serie de receptores de luz con características espectrales diferentes en colores diferentes, la descomposición del espectro de la luz se puede llevar a cabo utilizando un sensor espectral o un detector, y un analizador del espectro en combinación. Asimismo, el lado de transmisión se puede configurar para utilizar una señal codificada sin DC y hacer que la señal sin DC parezca una única luz iluminada, para el ojo humano. En este caso, el código sin DC es un código que incluye el mismo número de 1s y 0s.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de transmisión (100) de luz visible, que comprende:
- una serie de emisores de luz (110) para la emisión de luz en diferentes colores;
- 5 un calculador de coordenadas de cromaticidad (122) para mapear un valor digital a un valor de coordenadas de cromaticidad; y
- un controlador de intensidades de la luz (124) para controlar la intensidad de la luz de cada uno de los emisores de luz (110) en base al valor de coordenadas de cromaticidad correspondiente al valor digital.
2. El aparato de transmisión de luz visible acorde con la reivindicación 1, en el que la serie de emisores de luz (110) están agrupados en una serie de grupos de emisores de luz, teniendo cada grupo una serie de emisores de luz.
- 10 3. El aparato de transmisión de luz visible acorde con la reivindicación 1 ó 2, en el que el controlador de la intensidad de la luz (124) está configurado para controlar la serie de emisiones de luz (110) para que emitan luz periódicamente con intensidades de la luz correspondientes a un valor de coordenadas de cromaticidad predeterminado, que es un punto de referencia.
- 15 4. El aparato de transmisión de luz visible acorde, por lo menos, con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el calculador de coordenadas de cromaticidad (122) está configurado para mapear una señal de transmisión codificada sin DC al valor de coordenadas de cromaticidad.
- 20 5. El aparato de transmisión de luz visible acorde, por lo menos, por una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el controlador de la intensidad de la luz (124) está configurado para controlar la intensidad de la luz de cada uno de los emisores de luz (110), de manera que la intensidad total de la luz de los emisores de luz (110) en un período de modulación por anchura de impulsos, PWM, es independiente del tiempo de emisión de luz del periodo PWM.
6. Un aparato de recepción (200) de luz visible para desmodular un valor digital correspondiente a un valor de coordenadas de cromaticidad, que comprende:
- una serie de receptores de luz (210) que tienen características espectrales diferentes;
- 25 un calculador de coordenadas de cromaticidad para calcular el valor de coordenadas de cromaticidad de acuerdo con una intensidad de la luz recibida, detectada por cada uno de los receptores de luz (210); y
- un desmodulador (226) para desmodular el valor digital a partir del valor de coordenadas de cromaticidad.
7. El aparato de recepción de luz visible acorde con la reivindicación 6, que comprende además un corrector de coordenadas de cromaticidad (222) para calcular un vector que tiene elementos que son las intensidades de la luz recibidas, detectadas por los receptores de luz (210), para una matriz lineal a efectos de calibrar la reproducción del color y de compensar las intensidades de la luz recibidas, detectadas por los receptores de luz (210).
- 30 8. El aparato de recepción de luz visible acorde con la reivindicación 7, en el que el corrector de coordenadas de cromaticidad (222) está configurado para calcular cada coeficiente de la matriz lineal en base a las intensidades de la luz recibidas de los receptores de luz (210), detectadas a partir de luz recibida correspondiente a un valor predeterminado de coordenadas de cromaticidad que es un punto de referencia, y a intensidades de la luz de los receptores de luz (210) calculadas a partir del valor predeterminado de coordenadas de cromaticidad que es un punto de referencia.
- 35 9. El aparato de recepción de luz visible acorde con cualquiera de las reivindicaciones 6, 7 y 8, en el que el calculador de coordenadas de cromaticidad está configurado para calcular el valor de coordenadas de cromaticidad basándose en la intensidad de la luz recibida total, detectada por cada uno de los receptores de luz (210) en un periodo de modulación por anchura de impulsos, PWM.
- 40 10. Un sistema de comunicación (1000) de luz visible, que comprende un aparato de transmisión acorde con la reivindicación 1 y un aparato de recepción acorde con la reivindicación 6.
11. Un método de comunicación de luz visible en un aparato de transmisión (100) de luz visible con una serie de emisores de luz (110) para emitir luz en diferentes colores, comprendiendo el método las etapas de:
- 45 mapear un valor digital a un valor de coordenadas de cromaticidad; y

controlar una intensidad de la luz de cada uno de los emisores de luz (110) basándose en el valor de coordenadas de cromaticidad correspondiente al valor digital.

5 12. Un método de comunicación de luz visible en un aparato de recepción (200) de luz visible que tiene una serie de receptores de luz (210) que tienen características espectrales diferentes, para desmodular un valor digital correspondiente a un valor de coordenadas de cromaticidad, comprendiendo el método las etapas de:

calcular el valor de coordenadas de cromaticidad de acuerdo con una intensidad de la luz recibida, detectada por cada uno de los receptores de luz (210); y

desmodular el valor digital a partir del valor de coordenadas de cromaticidad.

10 13. Un método de comunicación de luz visible en un sistema de comunicación de luz visible que comprende un aparato de transmisión (100) con una serie de emisores de luz (110) para emitir luz en diferentes colores y un aparato de recepción (200) con una serie de receptores de luz (210) que tienen características espectrales diferentes, comprendiendo el método las etapas de los métodos de las reivindicaciones 11 y 12.

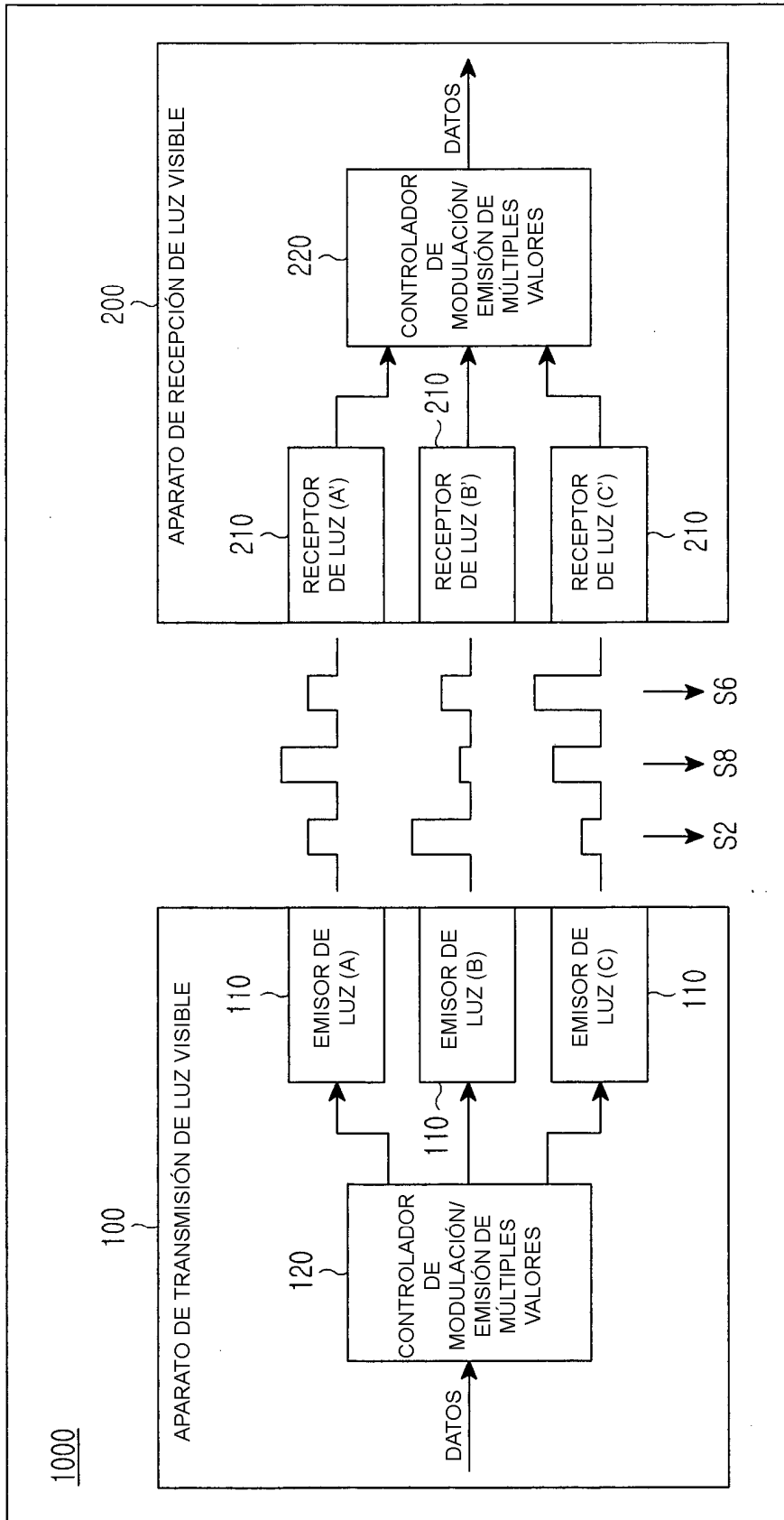


FIG.1

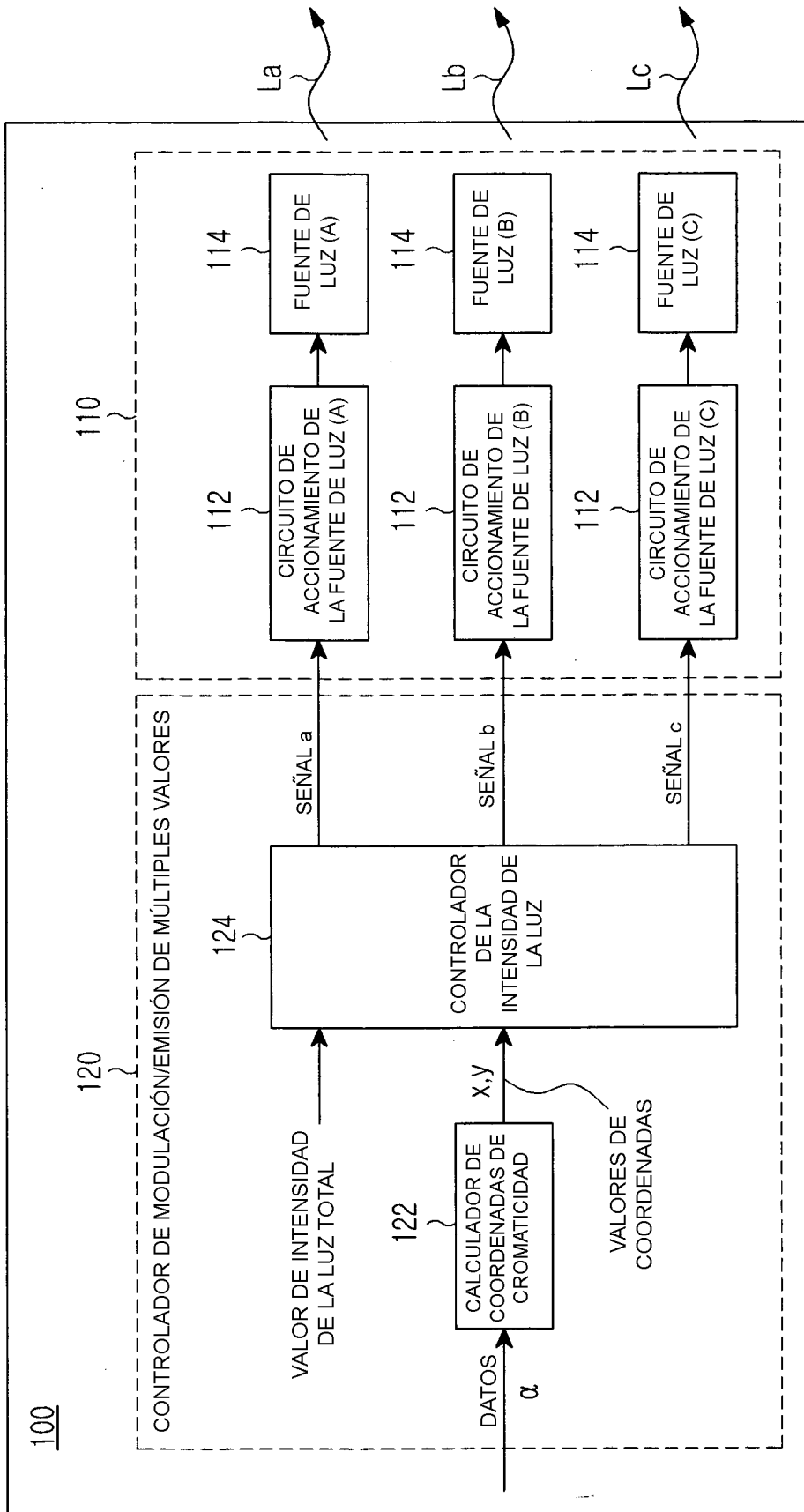


FIG.2

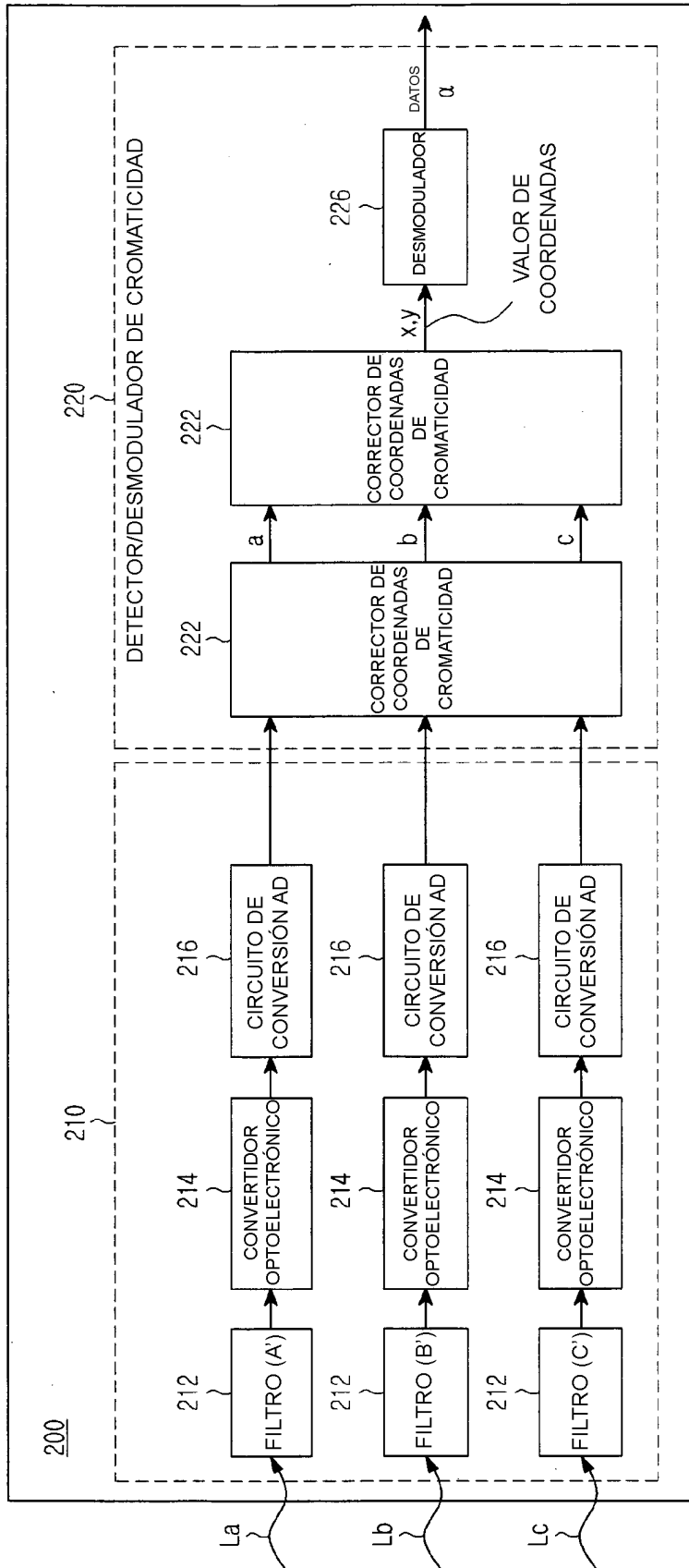


FIG.3

MULTIPLICIDAD 16 (MULTIPLICACIÓN DE 4 BITS)

S0	0x0
S1	0x1
S2	0x2
S3	0x3
S4	0x4
S5	0x5
S6	0x6
S7	0x7
S8	0x8
S9	0x9
S10	0xA
S11	0xB
S12	0xC
S13	0xD
S14	0xE
S15	0xF

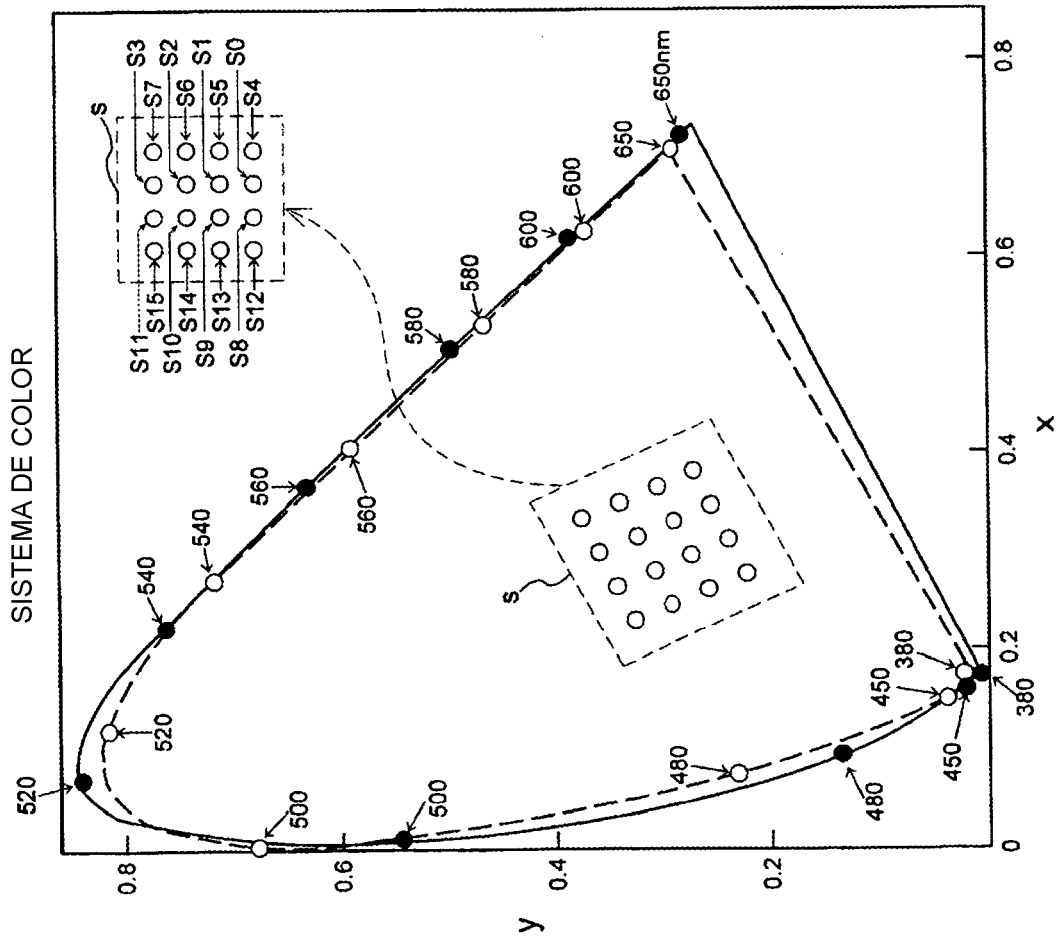


FIG. 4A

FIG. 4B

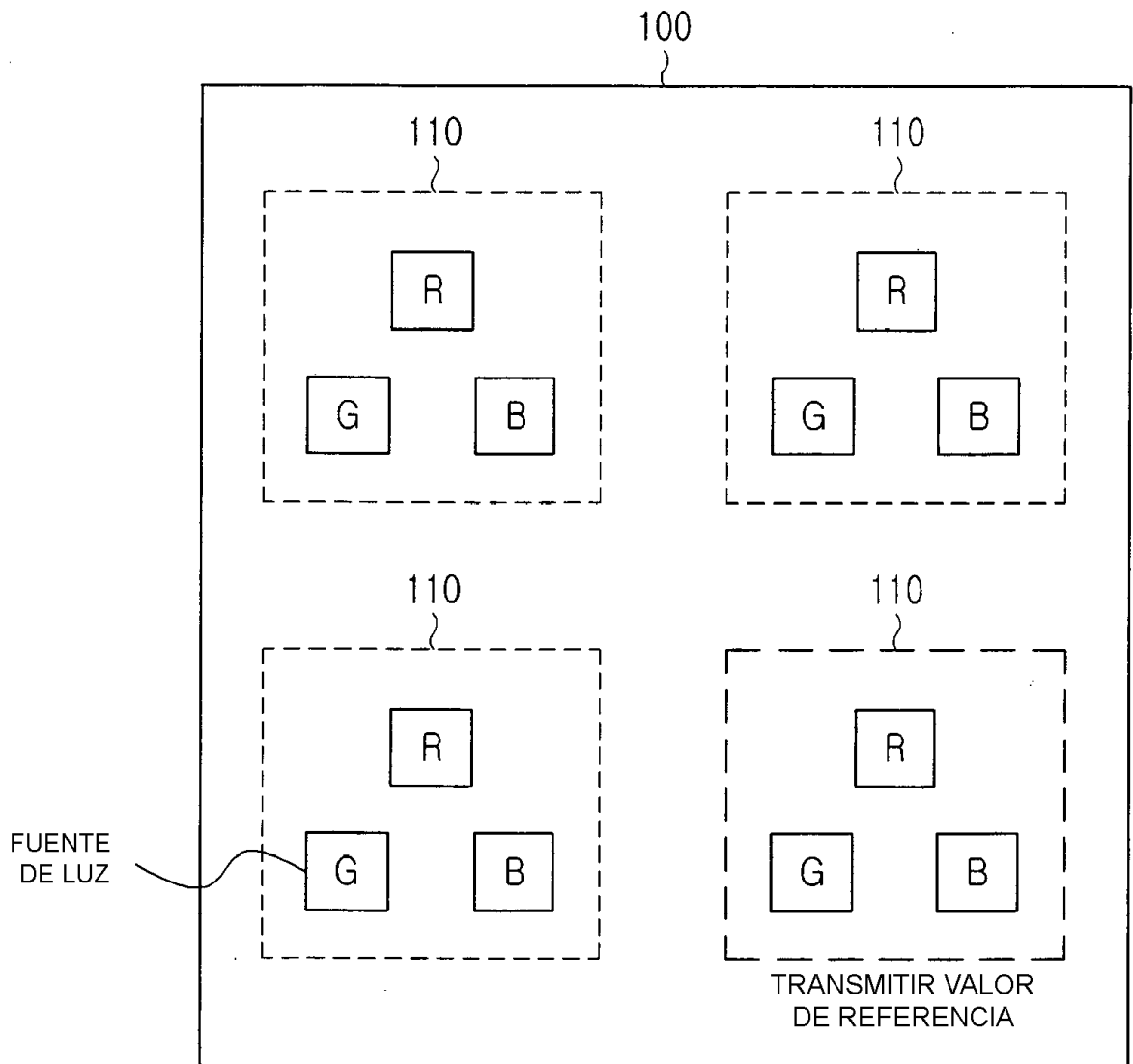


FIG.5