

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 318**

51 Int. Cl.:

A61N 5/06 (2006.01)

A61M 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2014 PCT/EP2014/071480**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15052207**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2014 E 14786822 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 3055022**

54 Título: **Fuente de luz no supresora de melatonina con un CRI que se aproxima al de la luz blanca**

30 Prioridad:

09.10.2013 EP 13187843

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

03.12.2018

73 Titular/es:

**PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**HOMMES, VANJA;
SCHLANGEN, LUCAS JOSEF MARIA;
GIMENEZ, MARINA, CECILIA;
SKENE, DEBRA JEAN y
REVELL, VICTORIA LOUISE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 692 318 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

Fuente de luz no supresora de melatonina con un CRI que se aproxima al de la luz blanca

5 Campo de la invención

La invención se refiere a una unidad de iluminación y a un sistema de iluminación que comprende dicha unidad de iluminación que puede usarse, especialmente, en situaciones nocturnas.

10 Antecedentes de la invención

La iluminación que se adapta a situaciones específicas o al aumento de estado de alerta se conoce en el estado de la técnica. El documento WO 02/20079, por ejemplo, describe un método para controlar el estado de alerta de un sujeto humano y una fuente de luz para uso en este método y uso de una fuente de luz para este método. El método comprende la exposición de un sujeto humano durante un período de exposición a radiación de luz adecuada sin influir sustancialmente en la fase de un ciclo de melatonina. La melatonina es una hormona de sueño que puede usarse para controlar el estado de alerta de un sujeto humano. El documento WO 02/20079 describe que la radiación de luz adecuada se especifica mediante una fracción de salida de radiación supresora de melatonina (melatonina Watt/Watt) y salida de luz (lumen/Watt), ajustándose la fracción de salida y salida de luz para obtener el efecto deseado en la fase de dicho ciclo.

El documento US2011/0025187 describe una lámpara de descarga de gas a baja presión que, con su luz en la región espectral roja, influye en el ritmo circadiano biológico mediante el control de secreción de melatonina. Entre otros aspectos, se aplica fósforo absorbente de azul para absorber la línea de emisión de mercurio a 405 nm y, especialmente, a 436 nm.

Resumen de la invención

La luz regula poderosamente las así denominadas respuestas no visuales. Estas respuestas incluyen lo que se conoce como respuestas circadianas (por ejemplo, ritmos de 24 h en fisiología y comportamiento), así como también los efectos agudos de la luz (por ejemplo, aumento de estado de alerta y supresión de melatonina). Sin embargo, el mejoramiento de respuestas no visuales no siempre resulta conveniente. Un ejemplo puede ser el que corresponde a trabajadores (de turno) nocturnos. La exposición a luz durante la noche de manera regular tiene un impacto negativo en la salud humana. Se considera que esto se debe parcialmente a desalineación circadiana, y la supresión de la hormona melatonina puede desempeñar también un papel. Por otro lado, se conoce que la luz durante la noche aumenta el estado de alerta de manera algo conveniente mientras se trabaja. Con el fin de superar este dilema, se han sugerido fuentes de luz fluorescente de azul reducido (datos no publicados) o gafas que bloquean la luz azul. Las gafas que bloquean todas las longitudes de onda por debajo de 540 nm, o por debajo de 530 nm demostraron que conducían a niveles de melatonina similares con respecto a aquellos que se observaron bajo condiciones de luz tenue (a saber, relativamente, no se observó supresión de melatonina).

En circunstancias en las que se requiere exposición de luz para tareas visuales pero cuando no conviene suprimir la producción de melatonina e influir en el reloj biológico, se necesita usar fuentes de luz que se encuentran reducidas en cuanto a luz azul (400-530 nm). Tales condiciones de luz resultan insuficientes para la ejecución de la tarea visual (índice de reproducción cromática bajo), y tienen menos propiedades de alerta (de interés para cumplimiento de turnos nocturnos) con respecto a las condiciones de luz de espectro total.

Actualmente, las soluciones que se han desarrollado hasta ahora para impedir la supresión de melatonina mientras que permiten suficiente estado de alerta consisten en gafas que bloquean luz azul, o, de manera alternativa, fuentes de luz de azul reducido. El uso de gafas resulta de alguna manera invasivo, requiere que el sujeto esté dispuesto a usarlas y puede que no sean siempre cómodas o viables lo que depende de las tareas para realizar. Además, el bloqueo de todas las longitudes de onda cortas tiene la desventaja de que da como resultado un índice de reproducción cromática pobre (CRI). El índice de reproducción cromática es una medida cuantitativa de la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores de diversos objetos de manera fiel en comparación con una fuente de luz natural o ideal. Las luminarias interiores comunes tienen el CRI > 80. Las fuentes de luz fluorescentes de azul reducido pueden conducir, por ejemplo, a un CRI de aproximadamente 65, y las fuentes LED blancas de azul reducido tienen el CRI de 30-50. Esto da como resultado una atmósfera no muy agradable y puede representar, además, un problema en labores en las que el color tiene una importancia crucial.

Por lo tanto, un aspecto de la invención, que se define en la reivindicación 1, consiste en proporcionar una unidad de iluminación alternativa que, además, preferiblemente evita, al menos en parte, una o más de las desventajas que se describen anteriormente y/o tiene las propiedades convenientes que se indican anteriormente.

Se ha descubierto, de manera sorprendente, que cuando se selecciona un rango de longitud de onda específico dentro de la parte azul del espectro se puede aumentar el estado de alerta mientras que la supresión de melatonina puede reducirse o incluso impedirse. Este rango de longitud de onda se encuentra entre aproximadamente - 435-440

nm. Sin embargo, al seleccionar longitudes de onda más bajas o más altas, se puede aumentar de manera desventajosa la supresión de melatonina. Además, en otras longitudes de onda, el aumento (relativo) es menor mientras que en esta región de longitud de onda, este aumento resulta sorprendentemente más alto.

5 Esta invención mejora ambos aspectos anteriores mediante la incorporación de luz violeta ($\approx 435\text{-}440\text{ nm}$) al espectro, que, según se descubrió, tiene propiedades de alerta más fuertes con respecto a la luz azul (especialmente, en un rango de intensidad bajo adecuado para iluminación nocturna), mientras que todavía no suprime melatonina de manera significativa. Además, el CRI puede aumentar sustancialmente cuando se compara con soluciones del estado de la técnica anterior donde una parte sustancial de la región azul-verde se bloquea. Esto
10 puede aumentar la seguridad.

Por lo tanto, en un primer aspecto, la invención proporciona una unidad de iluminación que se configura para generar luz blanca en la que la luz blanca tiene una intensidad espectral en lo visible en la que, especialmente, al menos, el 40%, especialmente, al menos, el 50%, aún más especialmente, al menos, el 55%, tal como, al menos, el 60%, de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente en el rango de longitud de onda de 430-445 nm. Tal unidad de iluminación puede proporcionar luz que es (sustancialmente) blanca al ojo, puede aumentar el estado de alerta, pero puede, sin embargo, reducir o incluso impedir la supresión de melatonina. La luz que se genera mediante la unidad de iluminación se indica también en la presente como "luz de unidad de iluminación". El término "en lo visible" puede
15 indicarse también como "en el rango visible" o "en el rango de longitud de onda visible".

Por lo tanto, tal unidad de iluminación puede usarse, especialmente, entre otros aspectos, para aumentar el estado de alerta de un animal, especialmente, un vertebrado, aún más especialmente, un humano. De manera alternativa o adicional, tal unidad de iluminación puede usarse, entre otros aspectos, para proporcionar luz (blanca) sin suprimir la
25 producción de melatonina, o haciéndolo mínimamente, de tal animal, especialmente, tal vertebrado, aún más especialmente, dicho humano. Además, la unidad de iluminación puede usarse, especialmente, durante un período que se selecciona a partir de las 6 pm a 9 am. Por ejemplo, la unidad de iluminación puede proporcionar (o configurarse para proporcionar) luz durante el período de 9 pm a 6 am. Por ejemplo, la unidad de iluminación (o sistema de iluminación, véase también a continuación) puede incluir un sensor que se configura para detectar tiempo o intensidad de luz de iluminación general (que incluye fuentes de luz naturales), y cambiar a la luz según se define en la presente, a saber, especialmente, luz blanca que tiene una intensidad espectral en lo visible en la que, al menos, el 40% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, en el rango de longitud de onda de 430-445 nm. Tal unidad de iluminación (o sistema de iluminación, véase también a continuación) puede usarse, por ejemplo, de manera
30 ventajosa, para iluminar un espacio, tal como un espacio de trabajo.

Por lo tanto, le invención, especialmente, la unidad de iluminación puede usarse en un aspecto para controlar la somnolencia (de un animal, especialmente, un vertebrado, aún más especialmente, un humano) y/o en otro aspecto, la invención, especialmente la unidad de iluminación, puede usarse para controlar el estado de alerta (de un animal, especialmente, un vertebrado, aún más especialmente, un humano). Aquí, el término "control" puede referirse también a influencia.
40

El espacio, tal como se indica anteriormente, puede ser, por ejemplo, un área de hospital (o parte de), tal como un restaurante, un hotel, una clínica, o un hospital, etc. El término "espacio" puede referirse también a una oficina (o parte de), una tienda, un depósito, un cine, una iglesia, un teatro, una librería, etc. Sin embargo, el término "espacio" puede referirse también a un espacio de trabajo (una parte de) en un vehículo, tal como una cabina de un camión, una cabina de un avión, una cabina de una embarcación (barco), una cabina de un auto, una cabina de una grúa, una cabina de un vehículo de ingeniería como un tractor, etc. El término "espacio" puede referirse también a un espacio de trabajo (una parte de), tal como una oficina, una planta (de producción), una central eléctrica (como una central de energía nuclear, una central eléctrica de gas, una central eléctrica de carbón, etc.). etc. Por ejemplo, el término "espacio" puede referirse también a una sala de control (turno nocturno), una sala de vigilancia, etc. Según se indica anteriormente, el color de la luz puede ser blanco o, al menos, próximo a la luz blanca (perfecto). Por lo tanto, se puede obtener una buena reproducción de color mientras que se puede controlar una respuesta biológica, tal como estado de alerta y producción de melatonina. La unidad de iluminación puede usarse para impedir el efecto desventajoso de supresión de melatonina de la luz normal.
55

Especialmente, la unidad de luz puede usarse para proporcionar luz con un CRI (índice de reproducción de color) por encima de 60, más especialmente, por encima de 65, aún más especialmente, por encima de 70, tal como, al menos, de 75. Especialmente, la unidad de iluminación puede usarse para proporcionar tal luz, mientras que no suprime la producción de melatonina del humano (u otro vertebrado), o lo hace mínimamente. Por lo tanto, la invención puede proporcionar, además, un método de iluminación que permite luxes fotópicos altos, un CRI alto y supresión de melatonina mínima o modesta, especialmente mediante un nivel reducido de fotones en la banda de entre 440 y 490 nm, incluso más especialmente, en la banda de entre 440-540 nm, tal como 460-490 nm.
60

Por lo tanto, la invención proporciona, además, en un aspecto adicional, un método para proporcionar luz en un espacio que comprende la provisión de luz con la unidad de iluminación según se define en la presente para dicho
65

espacio. Por ejemplo, el método puede incluir la provisión de dicha luz con iluminancia melanópica total en el rango de 90-1500, especialmente, 90-1000, aún más especialmente, 90-200 mlux. La iluminancia melanópica se define, por ejemplo, en Enezi, J. A., Revell, V., Brown, T., Wynne, J., Schlangen, L., & Lucas, R. A "Melanopic" Spectral Efficiency Function Predicts the Sensitivity of Melanopsin Photoreceptors to Polychromatic Lights. Journal of Biological Rhythms, 26(4), 314-323, que se incorpora a la presente mediante referencia (véase especialmente la fórmula 3 en este documento). En una realización específica adicional, la unidad de iluminación se configura para proporcionar luz de unidad de iluminación que tiene una proporción de la iluminancia melanópica total (en mlux) con respecto a la irradiancia total (en lux) de, al menos, 1:100, tal como de, al menos, 1,5:100, como de, al menos, 2:100. En la presente invención, parece que los resultados ventajosos puede obtenerse mediante evasión del desencadenamiento del fotopigmento que se basa en opsina:vitamina A, tal como se define en el documento antes mencionado.

La unidad de iluminación que se describe en la presente puede ser cualquier unidad de iluminación con una o más fuentes de iluminación. La unidad de iluminación puede ser parte de o aplicarse en, por ejemplo, sistemas de iluminación para oficinas, sistemas de aplicación doméstica, sistemas de iluminación para negocios, sistemas de iluminación para el hogar, sistemas de iluminación de acento, sistemas de iluminación de zona, sistemas de iluminación para teatro, sistemas de aplicación de fibra óptica, sistemas de proyección, sistemas de visualización de autoiluminación, sistemas de visualización pixelados, sistemas de visualización segmentados, sistemas de señales de advertencia, sistemas de señales indicativas, sistemas de señales decorativas, sistemas portátiles, aplicaciones de automóviles, sistemas de iluminación de invernaderos, iluminación de horticultura, o retroiluminación LCD.

El término luz blanca en la presente se conoce por la persona capacitada en el estado de la técnica. Se refiere especialmente a luz que tiene una temperatura de color correlacionada (CCT) de entre aproximadamente 2000 a 20000 K, especialmente, 2700-20000 K, para iluminación general, especialmente en el rango de aproximadamente 2700 K y 6500 K, y con el fin de retroiluminación, especialmente, en el rango de aproximadamente 7000 K y 20000 K, y especialmente dentro de aproximadamente 15 SDCM (desviación estándar de armonización de color) a partir de BBL (sitio de punto negro), especialmente, dentro de aproximadamente 10 SDCM a partir de BBL, aún más especialmente, dentro de aproximadamente 5 SDCM a partir de BBL.

Los términos "luz violeta" o "emisión violeta" se refieren especialmente a luz que tiene una longitud de onda en el rango de aproximadamente 380-440 nm. Los términos "luz azul" o "emisión azul" se refieren especialmente a luz que tiene una longitud de onda en el rango de aproximadamente 440-490 nm (que incluye algunos tonos violetas y cianes). Los términos "luz verde" o "emisión verde" se refieren especialmente a luz que tiene una longitud de onda en el rango de aproximadamente 490-560 nm. Los términos "luz amarilla" o "emisión amarilla" se refieren especialmente a luz que tiene una longitud de onda en el rango de aproximadamente 540-570 nm. Los términos "luz naranja" o "emisión naranja" se refieren especialmente a luz que tiene una longitud de onda en el rango de aproximadamente 570-600 nm. Los términos "luz roja" o "emisión roja" se refieren especialmente a luz que tiene una longitud de onda en el rango de aproximadamente 600-750 nm. Los términos "luz rosa" o "emisión rosa" se refieren especialmente a luz que tiene un componente azul y uno rojo. Los términos "visible", "luz visible" o "emisión visible" se refieren a luz que tiene una longitud de onda en el rango de aproximadamente 380-750 nm.

La unidad de iluminación puede comprender una o más fuentes de luz. La fuente de luz se configura para generar luz. La luz a partir de la fuente de luz se indica también en la presente como luz de fuente de luz. El término "fuente de luz" puede referirse, además, a una pluralidad de fuentes de luz. Asimismo, el término "unidad de iluminación" puede referirse, además, a una pluralidad de unidades de iluminación. En una realización específica, la fuente de luz comprende una fuente de luz LED de estado sólido (tal como una LED o diodo láser). El término "fuente de luz" puede referirse, además, a una pluralidad de fuentes de luz, tal como fuentes de luz LED 2-20 (estado sólido). Por lo tanto, el término LED puede referirse, además, a una pluralidad de LEDs. Sin embargo, la unidad de iluminación puede comprender además – de manera adicional o alternativa – otros tipos de fuentes de luz. A continuación, se elucidan, además, un número no limitante de configuraciones.

Antes de que se analicen algunas de estas configuraciones, primero se analizan algunos aspectos adicionales de la unidad de iluminación en general.

Según se indica anteriormente, la unidad de iluminación se configura especialmente para generar luz blanca en la que la luz blanca tiene una intensidad espectral en lo visible en la que, especialmente, al menos, el 40%, especialmente, al menos, el 50%, aún más especialmente, al menos, el 55%, tal como, al menos, el 60%, de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, aún más especialmente, en el rango de longitud de onda de 430-445 nm. En inclusive un aspecto adicional, la invención proporciona una unidad de iluminación que se configura especialmente para generar luz blanca en la que la luz blanca tiene una intensidad espectral en lo visible con fotones en el rango de longitud de onda de 430-445 nm, y que tiene, de manera opcional, fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm, que tiene una proporción del número total de fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm con respecto al número total de fotones de rango de longitud de onda de 430-445 nm de 1 como máximo, tal como, de 0,75 como máximo, especialmente, de 0,5 como máximo, tal como, de 0,3 como máximo. Por ejemplo, el número total de fotones en el rango de 430-445 nm puede ser 2 veces el número total de fotones en el rango de 445-490 (a saber, la proporción según se define

anteriormente sería entonces de 0,5). Por lo tanto, en una realización la luz blanca tiene una proporción del número total de fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm con respecto al número total de fotones de rango de longitud de onda de 430-445 nm de 1 como máximo, especialmente, de 0,75 como máximo, especialmente, de 0,5 como máximo, tal como, de 0,3 como máximo, tal como, incluso igual o menor a 0,25.

5 En inclusive un aspecto adicional, la invención proporciona una unidad de iluminación que se configura especialmente para generar luz blanca en la que la luz blanca tiene una intensidad espectral en lo visible con fotones en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, y que tiene, de manera opcional, fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm, que tiene una proporción del número total de fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm con respecto al número total de fotones de rango de longitud de onda de 400-445 nm de 1 como máximo, tal como, de 0,75 como máximo, especialmente, de 0,5 como máximo, tal como, de 0,3 como máximo. En una proporción de, por ejemplo, 0,5, existe el doble de fotones en el rango de longitud de onda de 400-445 nm en comparación con el rango de 445-490 nm. Sin embargo, especialmente una parte sustancial de los fotones en el rango de longitud de onda de 400-445 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm, tal como, al menos, el 40%, aún más especialmente, al menos, el 60%, tal como, al menos, el 80%.

20 Especialmente, la unidad de iluminación que se configura para proporcionar luz visible que tiene una intensidad espectral en los rangos de longitudes de onda de 380-490 nm, 490-590 nm, y 590-750 nm. La combinación de luz en estos rangos puede proporcionar luz que puede parecer blanca al ojo. La persona capacitada en el estado de la técnica puede seleccionar las cantidades y proporciones para proporcionar luz con la similitud conveniente con respecto a la luz blanca y CRI conveniente. Por lo tanto, la unidad de iluminación se configura especialmente para proporcionar luz policromática, especialmente luz policromática blanca.

25 Por lo tanto, en un aspecto adicional, la invención proporciona una unidad de iluminación que se configura para generar luz visible que tiene intensidad espectral en los rangos de longitudes de onda de 380-490 nm, 490-590 nm, y 590-750 nm, en la que la luz tiene una intensidad espectral en lo visible en la que, especialmente, al menos, el 40%, especialmente, al menos, el 50%, tal como, al menos, el 55%, o aún más especialmente, al menos, el 60% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, en el rango de longitud de onda de 430-445 nm. Tal unidad de iluminación puede proporcionar luz que es blanca al ojo, puede aumentar el estado de alerta, pero puede reducir o incluso impedir, sin embargo, la supresión de melatonina.

35 Especialmente, según se indica anteriormente, la unidad de iluminación se configura para proporcionar luz que tiene una intensidad espectral en lo visible en la que, al menos, el 40%, tal como, al menos, el 50% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, 430-445 nm. Mediante esta selección, la luz puede obtenerse con la propiedad o propiedades útiles que se indican anteriormente. La frase "en la que, al menos, el 40% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm" y frases similares, indican especialmente que, a partir de todos los fotones que se generan mediante la unidad de iluminación en el rango de 400-500 nm, el 40% o más tiene una longitud de onda que se selecciona a partir del rango de 430-445 nm.

45 De manera alternativa o adicional, parece que se pueden obtener buenos resultados en cuanto a estado de alerta (y no supresión de melatonina), con luz en la que menos del 50%, especialmente, menos del 40%, aún más especialmente, menos del 30%, tal como, aún más especialmente menos del 25%, como menos del 20% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra entre 445-490 nm.

50 Por lo tanto, en una realización adicional específica se proporciona una unidad de iluminación (según se define anteriormente), que se configura para generar luz (blanca) en la que, al menos, el 40%, especialmente, al menos, el 50%, aún más especialmente, al menos, el 55%, tal como, al menos, el 60%, de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm, aún más especialmente, en el rango de longitud de onda de 400-530 nm, inclusive aún más especialmente, en el rango de longitud de onda de 400-540 nm, se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, 430-445 nm, y en la que menos del 50%, especialmente menos del 40%, aún más especialmente, menos del 30%, tal como, aún más especialmente, menos del 25%, como menos del 20%, de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm, o aún más especialmente, de todos los fotones en el rango de longitud de onda por debajo de 500 nm se encuentra entre 445-490 nm (a saber, fotones azules), e incluso en el rango completo de longitud de onda de 445-540 nm (fotones azules y/o verdes).

60 Por lo tanto, en una realización, menos del 30%, tal como, menos del 20%, aún más especialmente, menos del 10% de todos los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 445-540 nm. En una realización adicional específica, al menos, el 30%, especialmente, al menos, el 40%, especialmente, al menos, el 50%, tal como, al menos, el 55%, o aún más especialmente, al menos, el 60% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-530 nm, especialmente, en el rango de longitud de onda de 400-540 nm, se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, de 430-445 nm.

65 Volviendo ahora a algunas configuraciones específicas, la invención proporciona en una realización una unidad de iluminación que comprende (a) una primera fuente de luz para generar luz de primera fuente de luz que tiene

intensidad espectral en lo visible, en la que, especialmente, al menos, el 50% de los fotones en lo visible (de dicha luz de primera fuente de luz) se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, de 430-445 nm, y (b) una segunda fuente de luz que se configura para generar luz de segunda fuente de luz que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de todos los fotones en lo visible (de dicha luz de segunda fuente de luz) se encuentra en el rango de, al menos, 500 nm, en la que la unidad de iluminación comprende, además, de manera opcional, un filtro óptico que se configura para reducir la propagación de luz de segunda fuente de luz que tiene una longitud de onda por debajo de 500 nm, y en la que la primera fuente de luz y la segunda fuente de luz con filtro óptico opcional se configuran para generar dicha luz blanca. En tal realización, la luz blanca (que se genera mediante la unidad de iluminación durante el uso de esta) comprende dicha luz de primera fuente de luz y dicha luz de segunda fuente de luz. El término "al menos 500 nm" y términos similares hacen referencia a longitudes de onda de 500 nm y longitudes de onda más largas, tal como, por ejemplo, de 500 nm, o 600 nm, etc.

La primera fuente de luz puede ser, por ejemplo, una fuente de luz de estado sólido, tal como una LED u OLED. Sin embargo, la primera fuente de luz puede ser, además, una fuente de luz que usa un material orgánico o inorgánico para proporcionar la luminiscencia conveniente. Tal material de luminiscencia puede, por ejemplo, excitarse mediante una LED y/o mediante una lámpara de descarga de mercurio. La primera fuente de luz puede proporcionar esencialmente la luz de tipo violeta conveniente, principalmente, en el rango de 430-445 nm. La segunda fuente de luz puede ser cualquier fuente de luz que proporciona luz en uno o más de los verdes, amarillos, naranjas, y rojos. De manera opcional, tal fuente de luz puede proporcionar, además, luz en el azul. Sin embargo, el filtro óptico se configura especialmente para reducir la propagación de luz (segunda fuente de luz) por debajo de 500 nm.

Especialmente, la segunda fuente de luz puede configurarse para proporcionar luz amarilla, de manera opcional, junto con luz roja. En inclusive otra realización, la segunda fuente de luz puede configurarse para proporcionar luz verde y luz roja, y, de manera opcional, luz amarilla. Según se indica anteriormente, los componentes verdes en la luz pueden reducirse en parte mediante el filtro óptico.

La segunda fuente de luz puede ser, por ejemplo, una fuente de luz de estado sólido, tal como una LED u OLED. Sin embargo, la segunda fuente de luz puede ser, además, una fuente de luz que usa un material orgánico o inorgánico para proporcionar la luminiscencia conveniente. Tal material de luminiscencia puede, por ejemplo, excitarse mediante una LED y/o mediante una lámpara de descarga de mercurio. Sin embargo, la segunda fuente de luz puede comprender, además, una lámpara fluorescente. Por lo tanto, en una realización específica, la primera fuente de luz comprende una primera fuente de luz de estado sólido y la segunda fuente de luz comprende una segunda fuente de luz de estado sólido y un material luminiscente que se configura para convertir la luz de segunda fuente de luz de estado sólido en luz de material luminiscente, en la que la segunda fuente de luz de estado sólido con el material luminiscente se configura para proporcionar dicha luz de segunda fuente de luz, y en otra realización específica, la primera fuente de luz comprende una primera fuente de luz de estado sólido y la segunda fuente de luz comprende una lámpara fluorescente. Se debe tener en cuenta que los diferentes tipos de fuentes de luz pueden combinarse. La lámpara fluorescente puede configurarse especialmente para proporcionar luz blanca. El azul no conveniente, y, de manera opcional, la luz verde, pueden filtrarse (sustancialmente) mediante el filtro óptico, y el componente azul de la luz de unidad de iluminación se proporciona mediante la primera fuente de luz.

Varias combinaciones pueden seleccionarse por la persona capacitada en el estado de la técnica. Sin embargo, la primera fuente de luz y la segunda fuente de luz con filtro óptico se configuran para generar dicha luz blanca. Por lo tanto, la primera fuente de luz junto con la segunda fuente de luz con (su) filtro óptico proporcionan la luz de la unidad de iluminación.

En inclusive una realización adicional, la unidad de iluminación según se describe en la presente comprende una (primera) fuente de luz que se configura para generar luz de fuente de luz que tiene intensidad espectral en lo visible, un filtro óptico que se configura orientado hacia abajo con respecto a la fuente de luz, en la que la (primera) fuente de luz y el filtro óptico se configuran para proporcionar dicha luz blanca orientada hacia abajo con respecto a dicho filtro óptico, y en la que el filtro óptico se configura para reducir la propagación de luz de fuente de luz que tiene una longitud de onda en el rango de 450-500 nm. En la realización que se describe anteriormente, el filtro óptico puede influir solamente en la luz de la segunda fuente de luz. En esta realización, sin embargo, el filtro óptico se configura orientado hacia abajo con respecto a la fuente de luz y puede influir, de este modo, en toda la luz que escapa a partir de la unidad de iluminación. Por ejemplo, en una realización, la unidad de iluminación comprende una lámpara fluorescente, tal como una lámpara fluorescente tribanda, con una emisión de azul de banda ancha (basada en $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ o compuestos dopados de europios similares). Mediante el filtro óptico, la luz azul no conveniente se reduce. En tal realización, pero también para las otras realizaciones que se describen en la presente, se puede aplicar uno o más de los siguientes para la luz de unidad de iluminación:

(a) al menos, el 40%, especialmente, al menos, el 50%, aún más especialmente, al menos, el 55%, tal como, al menos, el 60%, de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de (400-445 nm, especialmente) 430-445 nm;

(b) menos del 50%, especialmente, menos del 40%, aún más especialmente, menos del 30%, tal como aún más especialmente, menos del 25%, como menos del 20% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra entre 445-490 nm;

5 (c) menos del 25%, especialmente, menos del 15%, aún más especialmente, menos del 10% de todos los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 445-540 nm;

(d) al menos, el 40%, especialmente, al menos, el 50%, aún más especialmente, al menos, el 55%, tal como, al menos, el 60%, de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-530 nm, especialmente, en el rango de longitud de onda de 400-540 nm, se encuentra en el rango de longitud de onda de (400-445 nm, especialmente) 430-445 nm; y

10 (e) que tiene una proporción del número total de fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm con respecto al número total de fotones de rango de longitud de onda de (400-445 nm, especialmente) 430-445 nm de 1 como máximo, tal como, de 0,75 como máximo, especialmente, de 0,5 como máximo.

15 Por lo tanto, una o más de las condiciones a-e que se indican anteriormente pueden aplicar.

Los filtros ópticos que se conocen en el estado de la técnica pueden aplicarse, que pueden configurarse para ya sea reducir (sustancialmente) toda propagación de radiación visible por debajo de 500 nm, o que pueden configurarse para reducir (sustancialmente) toda propagación de radiación visible en el rango de longitud de onda de 445-490 nm, especialmente en el rango de longitud de onda de 445-500 nm, aún más especialmente, en el rango de longitud de onda de 445-540 nm, especialmente, en el rango de longitud de onda de 445-500 nm, aún más especialmente, en el rango de longitud de onda de 445-540 nm, o que pueden configurarse para permitir propagación de luz en el rango de longitud de onda de 430-445 nm y reducir (sustancialmente) propagación de toda luz visible que permanece en el rango de longitud de onda por debajo de 500 nm, especialmente, por debajo de 540 nm. El filtro óptico puede configurarse especialmente para (a) tener transmisión media en el rango de longitud de onda en el que se debería transmitir luz de, al menos, el 70%, especialmente, al menos, el 80%, aún más especialmente, al menos, el 90%, y/o (b) tener transmisión media en el rango de longitud de onda en el que no se debería transmitir luz de, como máximo, el 30%, especialmente, como máximo, el 20%, aún más especialmente, como máximo, el 10%. Un filtro óptico puede tener una o más de las funcionalidades definidas anteriormente. Además, se pueden aplicar, una pluralidad de filtros ópticos, que pueden tener diferentes propiedades ópticas y que pueden disponerse en series para proporcionar el efecto óptico conveniente.

35 En una realización específica, el filtro óptico comprende un material luminiscente. Tal filtro óptico puede configurarse para absorber, al menos, parte de radiación visible en un rango de longitud de onda, tal como, por debajo de 500 nm, o que puede configurarse especialmente para absorber, al menos, parte de radiación visible en el rango de longitud de onda de 445-490 nm, especialmente en el rango de longitud de onda de 445-500 nm, aún más especialmente, en el rango de longitud de onda de 445-540 nm. El material luminiscente convierte, al menos, parte de la radiación (visible) que se absorbió en radiación (visible) (emisión) que tiene otra longitud de onda, de manera general, una longitud de onda más larga, y en la presente, que tiene especialmente una longitud de onda de, al menos, 490 nm, tal como en el amarillo, naranja y/o rojo. Por lo tanto, mediante la aplicación de un filtro óptico que comprende un material luminiscente, la propagación de radiación (visible) puede reducirse también ya que esta radiación puede convertirse en luminiscencia que tiene otra longitud de onda, especialmente, que tiene una longitud de onda mayor que 490 nm, aún más especialmente, que tiene una longitud de onda mayor que 540 nm. En cualquier caso, en realizaciones específicas, la proporción de radiación de 445-490 nm con respecto a la radiación total en lo visible será mayor cuando se orienta hacia arriba a partir del filtro óptico (con material luminiscente) en comparación a cuándo se orienta hacia abajo con respecto al filtro óptico. La proporción de estas proporciones respectivas puede ser, por ejemplo, $\geq 1,05$, tal como, $\geq 1,1$, especialmente, $\geq 1,5$, a pesar de que valores más grandes pueden ser posibles, lo que depende de la distribución espectral de la radiación orientada hacia arriba y hacia abajo con respecto al filtro óptico (con material luminiscente).

En inclusive una realización adicional, la unidad de iluminación según se describe en la presente comprende (a) una primera fuente de luz (estado sólido) que se configura para generar luz de primera fuente de luz (estado sólido) que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, especialmente, al menos, el 50%, especialmente, al menos, el 60%, aún más especialmente, al menos, el 70%, tal como, al menos, el 80% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, de 430-445 nm; y (b) una segunda fuente de luz (estado sólido) que se configura para generar luz de segunda fuente de luz (estado sólido) que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50%, especialmente, al menos, el 60%, aún más especialmente, al menos, el 70%, tal como, al menos, el 80% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 500-570 nm; y (c) una tercera fuente de luz (estado sólido) que se configura para generar luz de tercera fuente de luz (estado sólido) que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, especialmente, al menos, el 50%, especialmente, al menos, el 60%, aún más especialmente, al menos, el 70%, tal como, al menos, el 80% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 600-750 nm; en la que la primera fuente de luz (estado sólido), la segunda fuente de luz (estado sólido) y la tercera fuente de luz (estado sólido) se configuran para generar dicha luz blanca. En esta realización, tres (o más) fuentes (estado sólido) pueden aplicarse:

una fuente (estado sólido) que se configura para generar luz de fuente (estado sólido) en el azul (a saber, violeta), especialmente, en el rango de longitud de onda de 400-445 nm, especialmente, de 430-445 nm, una fuente (estado sólido) que se configura para generar luz de fuente (estado sólido) en el verde y/o amarillo, y una fuente (estado sólido) que se configura para generar luz de fuente (estado sólido) en el rojo. Según se indica anteriormente, el término "fuente de luz", y asimismo también el término "fuente de luz (estado sólido)" pueden referirse a una pluralidad de fuentes de luz (diferentes) ((estado sólido)). Además, esta realización no excluye la presencia de otros tipos de fuentes de luz. Por ejemplo, la unidad de iluminación puede comprender una primera fuente de luz que se configura para generar luz azul conveniente, una segunda fuente de luz que se configura para generar luz verde, una fuente de luz (segunda) adicional que se configura para generar luz amarilla, y una tercera fuente de luz que se configura para generar luz roja. Además, de manera opcional, se pueden aplicar también uno o más filtros ópticos para filtrar luz azul no conveniente en el rango de longitud de onda de 445-490 nm.

Además, en esta realización, la persona capacitada en el estado de la técnica puede seleccionar diferentes tipos de fuentes de luz para alcanzar la luz de unidad de iluminación conveniente. Por lo tanto, la primera fuente de luz (estado sólido), la segunda fuente de luz (estado sólido) y la tercera fuente de luz (estado sólido) se configuran para generar dicha luz blanca. En conjunto, estas fuentes de luz proporcionan la luz (blanca) que se describe anteriormente.

En una realización específica, la primera fuente de luz comprende una fuente de luz de estado sólido y/o la segunda fuente de luz comprende una fuente de luz de estado sólido. Fuentes de luz adicionales opcionales pueden comprender también, especialmente, fuentes de luz de estado sólido.

Según se indica anteriormente, varias configuraciones son posibles. Especialmente, todas pueden tener en común que la luz de la unidad de iluminación se encuentra reducida en cuanto a luz azul-verde en el rango de 445-490 nm, más especialmente, en el rango de 445-500 nm, aún más especialmente, en el rango de 445-540 nm. Por lo tanto, en una realización específica, la unidad de iluminación tiene una potencia óptica (Watt) en el rango de longitud de onda de 445- 490 nm que resulta menos del 50%, especialmente, menos del 40%, aún más especialmente, menos del 30%, de la potencia óptica total en el rango de longitud de onda por debajo de 500 nm. Aún más especialmente, la unidad de iluminación tiene una potencia óptica (Watt) en el rango de longitud de onda de 445- 490 nm que resulta menos del 40%, especialmente, menos del 30%, aún más especialmente, menos del 20%, tal como menos del 10% de la potencia óptica total en lo visible.

En la presente, frases como "por debajo de 500 nm" indican especialmente en el rango por debajo de 500 nm, pero equivalente a o mayor que 380 nm. El valor de 380 nm se considera como la longitud de onda más baja que resulta todavía visible al ojo humano.

La potencia óptica en los otros rangos espectrales puede distribuirse para proporcionar la luz (blanca) conveniente.

La presente invención permite la generación de luz blanca sin el efecto perjudicial (en algunas circunstancias) de supresión de melatonina (o con un efecto reducido), mientras que se tiene suficiente o incluso buena reproducción de color. Por lo tanto, la luz puede ser provista de manera que puede resultar más sana con respecto a la luz normal (cuando se aplica durante la noche) mientras que, por otro lado, se puede mejorar la seguridad ya que los objetos se pueden visualizar bien, en contraposición a las soluciones del estado de la técnica anterior donde se aplican filtros de corte para longitudes de onda en el azul (verde). Por lo tanto, en una realización adicional, la unidad de iluminación se configura para proporcionar luz (policromática blanca) que tiene un CRI de, al menos, 60, tal como, especialmente, de, al menos 70, como de, al menos, 75. Por lo tanto, según se indica anteriormente la unidad de iluminación puede usarse para proporcionar luz con un CRI (índice de reproducción de color) por encima de 60, mientras que no suprime la producción de melatonina del humano, o lo hace mínimamente. La presente invención permite, además, la generación de luz blanca que se encuentra reducida en cuanto a azul-verde pero que puede aumentar, sin embargo, el estado de alerta mientras que tiene, además, suficiente o incluso buena reproducción de color (y aumenta así la seguridad y conveniencia).

En inclusive un aspecto adicional, la invención proporciona un sistema de iluminación que comprende dicha unidad de iluminación, y, de manera opcional, comprende, además, una unidad de control y/o, de manera opcional, comprende, además, una unidad de iluminación adicional. Tal sistema de iluminación puede configurarse para proporcionar diferentes tipos de luces, tal como luz "normal" con un componente de azul y/o verde relativo alto, por ejemplo, durante el día, y luz específica, reducida en cuanto a luz azul que tiene una longitud de onda en el rango de 445-490 nm, tal como se describe en la presente. Por ejemplo, esto puede alcanzarse mediante un filtro óptico de conmutación y/o mediante el cambio entre fuentes de luz y/o mediante el control de la intensidad de una o más fuentes de luz de la unidad de iluminación. De manera opcional o adicional, el sistema de iluminación puede comprender una unidad de iluminación adicional, y esta última unidad de iluminación puede configurarse para proporcionar luz con una contribución "normal" de luz en la región de longitud de onda de 445-490 nm. Al cambiar entre unidades de iluminación y/o al controlar las intensidades relativas de las unidades de iluminación, se puede proporcionar el tipo de luz conveniente. De manera alternativa o adicional, el sistema de iluminación puede configurarse (además) para proporcionar diferentes tipos de luces en ubicaciones diferentes. Especialmente en tal realización, el sistema de iluminación puede comprender una pluralidad de unidades de iluminación. Por lo tanto, la

invención proporciona, además, un sistema de iluminación que comprende la unidad de iluminación según se define en la presente y, de manera opcional, una unidad de iluminación adicional, en la que el sistema de iluminación se configura para proporcionar al mismo momento o en momentos diferentes, al menos, dos tipos de luces, con un primer tipo de luz que comprende dicha luz blanca y un segundo tipo de luz que tiene una contribución relativa mayor dentro del rango de longitud de onda de 450-500 nm con respecto a la intensidad espectral total en lo visible en comparación con el primer tipo de luz. Por ejemplo, al mismo momento, dos tipos de luces pueden proporcionarse en ubicaciones diferentes o en direcciones diferentes. En momentos diferentes, diferentes tipos de luces pueden proporcionarse en la misma ubicación o en la misma dirección (aunque, por supuesto, también en momentos diferentes pueden presentarse también diferentes ubicaciones o direcciones).

Los fotones y potencia pueden medirse según se conoce por la persona capacitada en el estado de la técnica. Los fotones pueden contarse, por ejemplo, con un multiplicador de fotos (PM) y otros detectores para contar fotones. El fotomultiplicador (tubos) se conoce en el estado de la técnica. Las potencias ópticas pueden medirse con, por ejemplo, un analizador de espectro óptico (tal como un espectrómetro). Tal espectrómetro puede incluir, además, un fotomultiplicador y puede usarse, por lo tanto, para evaluar el número de fotones en la parte visible del espectro o partes de este.

Los términos “orientado hacia arriba” y “orientado hacia abajo” se refieren a una disposición de elementos o características con respecto a la propagación de la luz a partir de un medio generador de luz (aquí especialmente, la (primera) fuente de luz), en el que con respecto a una primera posición dentro de un haz de luz a partir del medio generador de luz, una segunda posición en el haz de luz más próxima al medio generador de luz se encuentra “orientada hacia arriba”, y una tercera posición dentro del haz de luz más alejada con respecto al medio generador de luz se encuentra “orientada hacia abajo”.

El término “sustancialmente” en la presente, tal como en “sustancialmente toda la luz” o en “sustancialmente consiste de” se comprenderá por la persona capacitada en el estado de la técnica. El término “sustancialmente” puede incluir, además, realizaciones con “totalmente”, “completamente”, “todo”, etc. Por lo tanto, en realizaciones, el adjetivo sustancialmente puede retirarse también. Si aplica, el término “sustancialmente” puede referirse, además, al 90% o más, tal como el 95% o más, especialmente, el 99% o más, aún más especialmente, el 99,5% o más, incluyendo el 100%. El término “que comprende” incluye también realizaciones en las que el término “que comprende” significa “que consiste de”. El término “y/o” se refiere especialmente a uno o más de los elementos que se mencionan antes y después de “y/o”. Por ejemplo, una frase “elemento 1 y/o elemento 2” y frases similares pueden referirse a uno o más del elemento 1 y elemento 2. El término “que comprende” puede referirse en una realización a “que consiste de” pero puede referirse, además, en otra realización, a “que contiene al menos las especies que se definen y, de manera opcional, una o más de otras especies”.

Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción, tal como “primera fuente de luz” y en las reivindicaciones se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir una secuencia u orden cronológico. Debe comprenderse que los términos que se usan de esta manera pueden intercambiarse en circunstancias adecuadas y que las realizaciones de la invención que se describen en la presente pueden operarse en otras secuencias con respecto a las que se describen o ilustran en la presente. Además, una primera fuente de luz en una realización no es necesariamente la misma primera fuente de luz en otra realización. Pueden existir diferentes realizaciones de una primera fuente de luz, etc.

Los dispositivos en la presente se describen, entre otros aspectos, durante operación, Como resultará claro para la persona capacitada en el estado de la técnica, la invención no se limita a métodos de operación o dispositivos en operación.

Se debería tener en cuenta que las realizaciones anteriormente mencionadas ilustran la invención en lugar de limitarla, y que aquellos capacitados en el estado de la técnica serán capaces de diseñar muchas realizaciones alternativas sin abandonar el alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier símbolo de referencia entre paréntesis no deberá interpretarse como que limita la reivindicación. El uso del verbo “que comprende” y sus conjugaciones no excluyen la presencia de elementos o etapas distintas de aquellas determinadas 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 por medio de hardware que comprende varios elementos diferentes y por medio de un ordenador programado de manera adecuada. En la reivindicación de dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios pueden realizarse mediante el mismo elemento de hardware. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionan en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no puede usarse para sacar ventaja.

La invención aplica, además, a un dispositivo que comprende una o más de las características caracterizadoras que se describen en la descripción y/o se muestran en los dibujos adjuntos. La invención se refiere, además, a un método o proceso que comprende uno o más de los rasgos característicos que se describen en la descripción y/o se muestran en los dibujos adjuntos.

Los diversos aspectos que se analizan en esta patente pueden combinarse con el fin de proporcionar ventajas adicionales. Además, algunas de las características pueden formar la base para una o más solicitudes divisionales.

Breve descripción de los dibujos

5 Las realizaciones de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos en los que símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en los que:

10 La Figs. 1a-1b representan, de manera esquemática, algunos aspectos de la invención;
Las Figs. 2a-2e representan, de manera esquemática, algunos aspectos y realizaciones adicionales de la invención.

Los dibujos no son necesariamente a escala.

15 Las Figs. 3a-3d muestran algún espectro de distribuciones de luz de realizaciones de la unidad de iluminación.

Descripción detallada de las realizaciones

20 La Fig. 1a representa esquemáticamente una unidad 10 de iluminación que se configura para generar luz 11. La luz 11 tiene una intensidad espectral en lo visible en la que, al menos, el 40% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm. Como puede observarse en la Fig. 1b, puede existir un espacio espectral entre aproximadamente 500 nm y aproximadamente 445 nm.

25 La unidad 10 de iluminación puede comprender una fuente 100 de luz. El término "fuente 100 de luz" puede referirse, además, a una pluralidad de idénticas o una pluralidad de diferentes fuentes de luz. La fuente 100 de luz genera luz 101. La luz 101 puede ser sustancialmente idéntica con respecto a la luz de unidad de iluminación o luz 11. En otras palabras, la luz 11 de la unidad de iluminación se basa sustancialmente en la luz 101 de fuente de luz.
30 Sin embargo, de manera opcional, un filtro 300 óptico puede filtrar la luz 101 de fuente de luz para proporcionar la luz 11 conveniente. Por ejemplo, el filtro 300 óptico puede reducir sustancialmente la luz que tiene una longitud de onda en el rango de longitud de onda de 445-490 nm, incluso de 445-540 nm. La Fig. 1b representa esquemáticamente una realización en la que, al menos, el 40% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm.

35 La Fig. 2a representa esquemáticamente una realización de la unidad 10 de iluminación que comprende una primera fuente 100 de luz, tal como una fuente de luz de estado sólido, como una LED y/o OLED, que se configura para generar luz 101 de primera fuente de luz que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de, especialmente, 430-445 nm. Esta luz 101 de fuente de luz puede escapar a partir de la unidad 10 de iluminación sustancialmente sin restricción y puede constituir así un componente (importante) de la luz de unidad 10 de iluminación. Además, la unidad 10 de iluminación comprende una segunda fuente 200 de luz que se configura para generar luz 201 de segunda fuente de luz que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de todos los fotones en lo visible se encuentra en el rango de, al menos, 500 nm, en la que la unidad 10 de iluminación comprende además, de manera
45 opcional, un filtro 220 óptico que se configura para reducir la propagación de luz 201 de segunda fuente de luz que tiene una longitud de onda por debajo de 500 nm. La luz 201 de segunda fuente de luz puede dejar, por lo tanto, la unidad 10 de iluminación como luz reducida en cuanto a luz que tiene una longitud de onda por debajo de 500 nm.

50 Por ejemplo, la segunda fuente de luz puede ser una lámpara fluorescente blanca, de la que sustancialmente toda la luz que tiene una longitud de onda por debajo de 500 nm se filtra mediante el filtro 220 óptico. En esta realización, en contraposición a la variante anteriormente mencionada, no toda la luz de fuente de luz se filtra, sino que solo la luz de fuente de luz de un subconjunto de fuentes de luz. La luz 101 de primera fuente de luz y la luz 201 de segunda fuente de luz orientada hacia abajo con respecto al filtro 220 óptico proporcionan dicha luz 11 de unidad de iluminación. Por lo tanto, la primera fuente 100 de luz y la segunda fuente 200 de luz con filtro 220 óptico se
55 configuran para generar dicha luz 11 (blanca). De manera opcional, se puede incluir, además, un filtro 120 óptico opcional en la primera fuente de luz. Tal filtro óptico opcional puede incluir, por ejemplo, un material luminiscente. De manera opcional, esto puede aplicarse al filtro 220 óptico. Por lo tanto, en una realización específica, la primera fuente de luz y la segunda fuente de luz pueden ser idénticas, pero los filtros ópticos proporcionan los diferentes tipos de luces, los que, en combinación, proporcionan luz 11 de unidad de iluminación que tiene las propiedades
60 ópticas que se describen en la presente.

La Fig. 2b puede representar esquemáticamente una variante con respecto a la Fig. 2a. Aquí, la primera fuente 100 de luz puede comprender una primera fuente 110 de luz de estado sólido. Esta primera fuente 110 de luz de estado sólido se configura especialmente para proporcionar luz 111 de primera fuente de luz de estado sólido, la que puede encontrarse, esencialmente, en el rango de longitud de onda de, especialmente, 430-445 nm. La segunda fuente

200 de luz puede comprender una segunda fuente 220 de luz de estado sólido y un material 2200 luminiscente que se configura para convertir luz 221 de segunda fuente de luz de estado sólido en luz 2201 de material luminiscente.

5 La segunda fuente 220 de luz de estado sólido (en conjunto) con el material 2200 luminiscente se configuran para proporcionar dicha luz 201 de segunda fuente de luz. En base al tipo de segunda fuente 200 de luz, el filtro 200 óptico puede necesitarse o no. Por ejemplo, la segunda fuente 220 de luz de estado sólido puede configurarse para generar luz UV y el material 2200 luminiscente puede configurarse para convertir esta luz 221 UV de fuente de luz de estado sólido en luz visible con fotones que tienen longitudes de onda por encima de 490 nm, o incluso por encima de 530 nm y/o con fotones sustancialmente ausentes en el rango de longitud de onda de 445-490 nm, aún más especialmente, sustancialmente ausentes en el rango de longitud de onda de 445-540 nm. En esta realización, además, la primera fuente 100 de luz y la segunda fuente 200 de luz con filtro 220 óptico opcional se configuran para generar dicha luz 11 (blanca). Por lo tanto, la luz 11 puede comprender como componentes la luz de primera fuente de luz de estado sólido, la luz 2201 de material luminiscente, y, la luz 221 de segunda fuente de luz que permanece de manera opcional (por ejemplo, luz azul que tiene una longitud de onda en el rango de 380-445 nm, especialmente en el rango de 430-445 nm).

20 La Fig. 2c representa esquemáticamente otra variante, en la que la unidad 10 de iluminación comprende una primera fuente 110 de luz de estado sólido (como la primera fuente 100 de luz) y una segunda fuente de luz, en la que la segunda fuente 200 de luz comprende una lámpara 250 fluorescente. De manera general, se puede necesitar un filtro óptico para reducir la luz de lámpara fluorescente, que se indica con referencia 251, a partir de luz en la región de longitud de onda de 445-490 nm. Aquí, el filtro óptico no se indica.

25 La Fig. 2d representa esquemáticamente otra variante, en la que la unidad 10 de iluminación comprende una primera fuente 110 de luz de estado sólido, una segunda fuente 220 de luz de estado sólido, y una tercera fuente 330 de luz de estado sólido. La primera fuente 110 de luz de estado sólido, la segunda fuente 220 de luz de estado sólido y la tercera fuente 330 de luz de estado sólido se configuran para generar dicha luz 11 blanca. La primera fuente 110 de luz de estado sólido puede configurarse para generar luz 111 de primera fuente de luz de estado sólido que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm, a saber, luz azul(ish). Además, la segunda fuente 220 de luz de estado sólido puede configurarse para generar luz 221 de segunda fuente de luz de estado sólido que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 500-570 nm, a saber, luz verde y/o amarilla. La tercera fuente 330 de luz de estado sólido puede configurarse para generar luz 331 de tercera fuente de luz de estado sólido que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 600-750 nm, a saber, luz naranja y/o roja y/o roja oscuro. A modo de ejemplo, cada fuente de luz puede incluir de manera independiente un filtro óptico. El filtro(s) óptico puede ser parte de la fuente(s) de luz respectiva.

40 La Fig. 2e representa esquemáticamente un sistema 1000 de iluminación así como también un espacio 2, tal como un espacio de trabajo, que se ilumina con luz de dicho sistema 100 de iluminación. Aquí, el sistema 1000 de iluminación comprende la unidad 10 de iluminación según se define en la presente y, de manera opcional, una unidad 40 de iluminación adicional. Esta unidad 40 de iluminación adicional puede proporcionar especialmente otro tipo de luz. Por lo tanto, el sistema 1000 de iluminación puede configurarse para proporcionar al mismo momento o en momentos diferentes, al menos dos tipos de luces, con un primer tipo de luz que comprende dicha luz 11 blanca y un segundo tipo 21 de luz que tiene una contribución relativa mayor dentro del rango de longitud de onda de 450-500 nm con respecto a la intensidad espectral total en lo visible en comparación con el primer tipo de luz. El sistema 1000 de iluminación puede comprender una unidad de control o controlador 50, que se puede configurar para controlar una o más unidades de iluminación, y, especialmente, al menos, la unidad 10 de iluminación. La unidad de control puede configurarse, por ejemplo, para seleccionar un tipo de luz que depende del momento del día.

50 Experimental

Materiales y métodos

55 Los participantes fueron sometidos a prueba en cuanto a la influencia de luz de diferentes longitudes de onda, con atención específica a longitudes de onda en el rango de 400-540 nm. La comparación entre diferentes longitudes de onda mostró que el aumento de estado de alerta puede ocurrir a diferentes longitudes de onda, pero un aumento relativo mayor (con respecto a otras longitudes de onda) se encontró en el rango de aproximadamente 400-445 nm, especialmente, de 430-445 nm.

60 Los resultados preliminares parecen indicar también que con esta longitud de onda la respuesta de un humano a esta luz puede controlarse en cuanto a que no solo puede controlarse el estado de alerta sino que también pueden controlarse la producción de melatonina y otros efectos biológicos. Parece que los efectos biológicos de la luz a 400-445 pueden ser sorprendentemente más bajos con respecto a longitudes de onda más altas mientras que al mismo tiempo, se puede obtener un buen CRI (véase a continuación).

65

Por lo tanto, los mejores resultados en cuanto a impedir o reducir la supresión de melatonina y aumentar (o mantener el estado de alerta) se refieren al uso de luz que tiene una longitud de onda de alrededor de 437 nm, tal como en el rango de 430-445 nm. Además, los resultados preliminares parecen sostener que la reducción relativa de luz en el rango de longitud de onda de 445-490 nm puede contribuir además con los resultados positivos.

Unidades de iluminación

Las Figs. 3a-3d representan distribuciones espectrales de luz de un número de posibles realizaciones de la unidad de iluminación. El eje x indica la longitud de onda (en nanómetros); el eje y indica la intensidad de emisión en unidades arbitrarias.

Las Figs. 3a y 3b representan esquemáticamente unidades de iluminación que se basan en fuentes de luz LED con material luminiscente tal como granate que contiene cerio (YAG:Ce y compuestos de granate similares), que, en la realización de la Fig. 3a, que parte con una fuente de luz que tiene una Tc (temperatura de color), CRT, y R14 según se indica en la fila 1 en la tabla que sigue a continuación; La fila 1 corresponde a la curva que se indica con el número 1. La curva 2 indica el resultado de la distribución de luz espectral de la fuente de luz cuando se aplica un filtro de corte; los valores correspondientes para Tc, CRT y R14 se indican en la tabla que sigue a continuación. La curva 3 indica el resultado de la distribución de luz espectral de la fuente de luz cuando se agrega una fuente de luz que genera luz violeta de alrededor de 435 nm; los valores correspondientes para Tc, CRT y R14 se indican en la tabla que sigue a continuación. La curva 4 es la misma que la curva 3, pero ahora la intensidad de la luz violeta se duplica con respecto a la curva 3; los valores correspondientes para Tc, CRT y R14 se indican también en la tabla que sigue a continuación:

	Tc (K)	CRI	R14
Fig. 3a			
1	2950	83	78
2 corte	2300	52	37
3 = 2 + Violeta	2400	62	50
4 = 2 + 2* violeta	2700	67	57

La Fig. 3b muestra una configuración similar. Sin embargo, la fuente de luz de partida tiene un color de temperatura mayor (5200 K en la Fig. 3b vs. 2950 K en la Fig. 3a). Los valores se proporcionan en la tabla que sigue a continuación:

	Tc (K)	CRI	R14
Fig. 3b			
1	5200	66	55
2 corte	3050	28	9
3 = 2 + Violeta	4100	53	37

Las Figs. 3c y 3d muestran realizaciones en las que la fuente de luz comprende una lámpara fluorescente, con la Fig. 3c mostrando una lámpara fluorescente tribanda y en la Fig. 3d la fuente de luz comprende un material luminiscente de banda ancha (tal como un halo de fosfato).

La fila 1 corresponde de nuevo a la curva que se indica con el número 1. La curva 2 indica el resultado de la distribución de luz espectral de la fuente de luz cuando se aplica un filtro de corte; los valores correspondientes para Tc, CRT y R14 se indican en la tabla que sigue a continuación. La curva 3 indica el resultado de la distribución de luz espectral de la fuente de luz cuando se agrega una fuente de luz que genera luz violeta de alrededor de 435 nm; los valores correspondientes para Tc, CRT y R14 se indican en la tabla que sigue a continuación.

ES 2 692 318 T3

	T _c (K)	CRI	R14
Fig. 3c			
1	2600	85	74
2 corte	2300	65	49
3 = 2 + Violeta	3000	79	69

5 En la Fig. 3d se usa una configuración similar. Sin embargo, la fuente de luz de partida tiene un color de temperatura ligeramente mayor (2750 K en la Fig. 3d vs. 2600 K en la Fig. 3c). Los valores se proporcionan en la tabla que sigue a continuación. La curva 4 es la misma que la curva 3, pero ahora la intensidad de la luz violeta se duplica con respecto a la curva 3; los valores correspondientes para T_c, CRT y R14 se indican también en la tabla que sigue a continuación:

	T _c (K)	CRI	R14
Fig. 3d			
1	2750	93	91
2 corte	2300	65	54
3 = 2 + Violeta	2300	77	69
4 = 2 + 2* violeta	2550	81	75

10 En estas figuras (y tablas), la adición de la luz violeta puede deberse a una primera fuente de luz (o primeras fuentes de luz); la otra luz puede existir a partir de la segunda fuente de luz (o segundas fuentes de luz). Entre otros aspectos que se basan en los ejemplos anteriores, se evaluaron la distribución de fotones y otras características.

15 Los resultados de estos se indican en las tablas que siguen a continuación:

Número de fotón	Referencia 1	Referencia 1 + 2* Violeta		Referencia 2	Referencia 2 + violeta		Violeta (per se)
430-445 de (380-740)	3%	14%		5%	15%		55%
430-445 de 400-500	32%	55%		39%	55%		55%
445-490 de 400-500	31%	24%		25%	24%		24%
(430-445) / (445-490)	104%	234%		154%	228%		228%
mlux/lux	2,48	2,53		2,06	2,96		118

ES 2 692 318 T3

Número de fotón	Referencia 3	Referencia 3 + Violeta	Referencia 3 + 2* Violeta	Referencia 4	Referencia 4 + violeta		
430-445 de (380-740)	2%	6%	12%	11%	13%		
430-445 de 400-500	24%	61%	61%	47%	61%		
445-490 de 400-500	53%	16%	16%	31%	16%		
(430-445) / (445-490)	46%	385%	385%	155%	385%		
mlux/lux	2,52	1,44	2,17	3,53	2,22		

- 5 Las referencias indican distribuciones espectrales normales y el violeta se refiere a una fuente de luz violeta específica. Los otros ejemplos en la tabla se refieren a aquellos espectros de referencia que se reducen en azul-verde y que tienen una fuente de luz violeta (algunas veces también con la intensidad de violeta por duplicado, a modo de ejemplo). Los datos con respecto a la referencia 1 hacen referencia a la Fig. 3d y los datos con respecto a la referencia 2 hacen referencia a la Fig. 3c; los datos con respecto a la referencia 3 se refieren a la Fig. 3a y los datos con respecto a la referencia 4 se refieren a la Fig. 3b.
- 10 Por lo tanto, de manera general, la luz (11) blanca tiene una proporción del número total de fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm con respecto al número total de fotones de rango de longitud de onda de 430-445 nm de 0,75 como máximo, especialmente, de 0,5 como máximo, frecuentemente, incluso de 0,3 como máximo.
- 15 Por lo tanto, con las unidades de iluminación presentes se puede obtener un CRI suficiente o incluso bueno mientras que, al mismo tiempo, se aumenta relativamente el estado de alerta y se controla el impacto biológico (en un vertebrado). Especialmente, la unidad de iluminación puede usarse para proporcionar luz 11 con un CRI (índice de reproducción de color) por encima de 60, y para controlar una respuesta biológica de un humano con respecto a dicha luz 11.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad (10) de iluminación que comprende, al menos, una fuente de luz de estado sólido, la unidad de iluminación se configura para generar luz (11) blanca en la que la luz (11) blanca tiene una intensidad espectral en lo visible en la que, al menos, el 40% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm, y en la que la luz (11) blanca tiene una proporción del número total de fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm con respecto al número total de fotones de rango de longitud de onda de 430-445 nm de 0,75 como máximo.
2. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en la que, al menos, el 50% de todos los fotones en el rango de longitud de onda de 400-500 nm se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm, en la que la luz (11) blanca tiene una proporción del número total de fotones en el rango de longitud de onda de 445-490 nm con respecto al número total de fotones de rango de longitud de onda de 430-445 nm de 0,5 como máximo.
3. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- una primera fuente (100) de luz que se configura para generar luz (101) de primera fuente de luz que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm, y
 - una segunda fuente (200) de luz que se configura para generar luz (201) de segunda fuente de luz que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de todos los fotones en lo visible se encuentra en el rango de al menos 500 nm, en la que la unidad (10) de iluminación comprende, además, de manera opcional, un filtro (220) óptico que se configura para reducir la propagación de luz (201) de segunda fuente de luz que tiene una longitud de onda por debajo de 500 nm, y
- en la que la primera fuente (100) de luz y la segunda fuente (200) de luz con filtro (220) óptico opcional se configuran para generar dicha luz (11) blanca.
4. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 3, en la que la primera fuente (100) de luz comprende una primera fuente (110) de luz de estado sólido y en la que la segunda fuente (200) de luz comprende una segunda fuente (220) de luz de estado sólido y un material (2200) luminiscente que se configuran para convertir la luz (221) de segunda fuente de luz de estado sólido en luz (2201) de material luminiscente, en la que la segunda fuente (220) de luz de estado sólido con el material (2200) luminiscente se configuran para proporcionar dicha luz (201) de segunda fuente de luz.
5. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 3, en la que la primera fuente (100) de luz comprende una primera fuente (110) de luz de estado sólido y en la que la segunda fuente (200) de luz comprende una lámpara (250) fluorescente.
6. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3-5, en la que una o más de la primera fuente (100) de luz y la segunda fuente (200) de luz incluyen un filtro óptico que comprende un material luminiscente.
7. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una fuente (100) de luz que se configura para generar luz (101) de fuente de luz que tiene intensidad espectral en lo visible, un filtro (300) óptico que se configura orientado hacia abajo con respecto a la fuente (100) de luz, en la que la fuente (100) de luz y el filtro (300) óptico se configuran para proporcionar dicha luz (11) blanca que se orienta hacia abajo con respecto a dicho filtro (300) óptico, y en la que el filtro (300) óptico se configura para reducir la propagación de luz (101) de fuente de luz que tiene una longitud de onda en el rango de 450-500 nm.
8. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- una primera fuente (110) de luz de estado sólido que se configura para generar luz (111) de primera fuente de luz de estado sólido que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 430-445 nm;
 - una segunda fuente (220) de luz de estado sólido que se configura para generar luz (221) de segunda fuente de luz de estado sólido que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 500-570 nm; y
 - una tercera fuente (330) de luz de estado sólido que se configura para generar luz (331) de tercera fuente de luz de estado sólido que tiene intensidad espectral en lo visible, en la que, al menos, el 50% de los fotones en lo visible se encuentra en el rango de longitud de onda de 600-750 nm.

en la que la primera fuente (110) de luz de estado sólido, la segunda fuente (220) de luz de estado sólido y la tercera fuente (330) de luz de estado sólido se configuran para generar dicha luz (11) blanca.

5 9. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene una potencia óptica en el rango de longitud de onda de 445-490 nm que es menor que el 20% de la potencia óptica total en lo visible.

10 10. La unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la luz (11) blanca tiene un índice de reproducción de color (CRI) de, al menos, 60.

11. Uso de la unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, para aumentar el estado de alerta de un humano.

15 12. Uso de la unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, durante un período que se selecciona a partir de las 6 pm hasta las 9 am, para iluminar un espacio (2) de trabajo.

20 13. Uso de la unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, para proporcionar luz (11) con un índice de reproducción de color (CRI) de por encima de 60, y controlar una respuesta biológica de un humano con respecto a dicha luz (11).

14. Un método para proporcionar luz en un espacio (2) que comprende proporcionar luz (11) con la unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10 para dicho espacio (2).

25 15. Un sistema (1000) de iluminación que comprende la unidad (10) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9 y, de manera opcional, una unidad (40) de iluminación adicional, en la que el sistema (1000) de iluminación se configura para proporcionar al mismo momento o en momentos diferentes, al menos, dos tipos de luces, con un primer tipo de luz que comprende dicha luz (11) blanca y un segundo tipo (21) de luz que tiene una contribución relativa mayor dentro del rango de longitud de onda de 450-500 nm con respecto a la intensidad espectral total en lo visible en comparación con el primer tipo de luz.

30

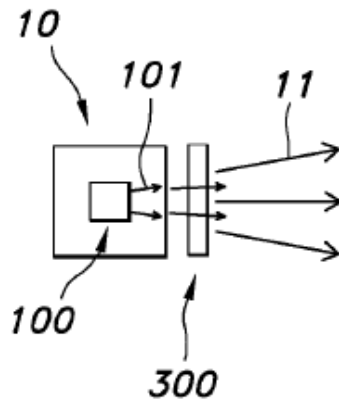


FIG. 1a

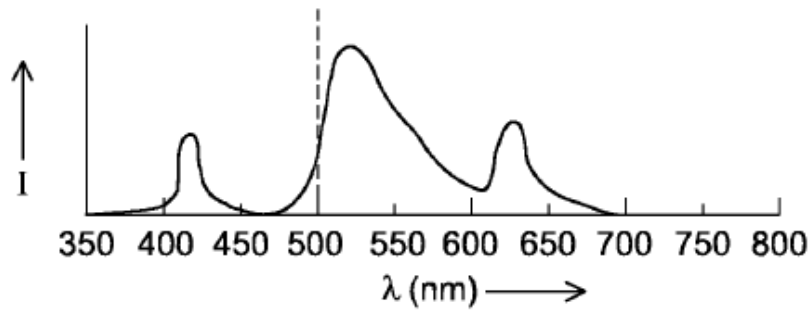


FIG. 1b

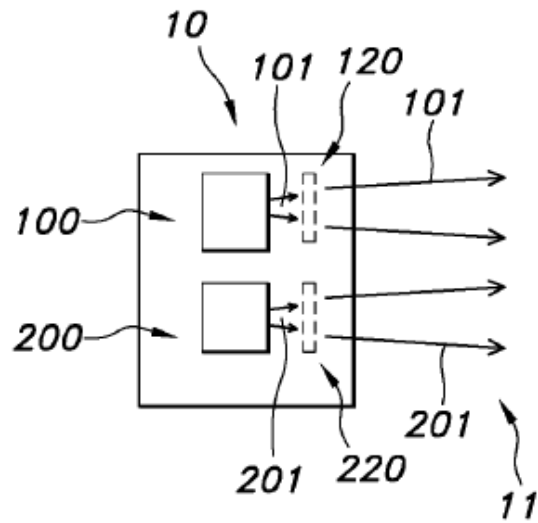


FIG. 2a

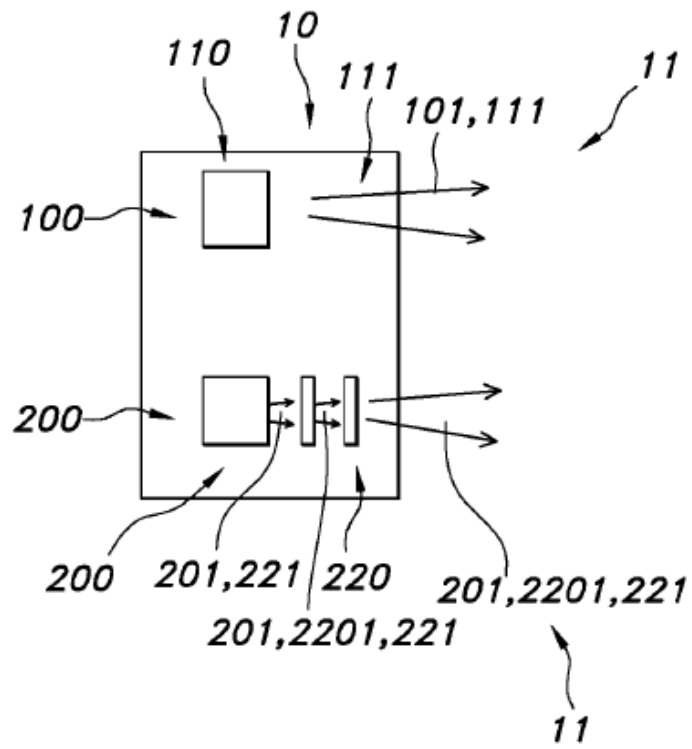


FIG. 2b

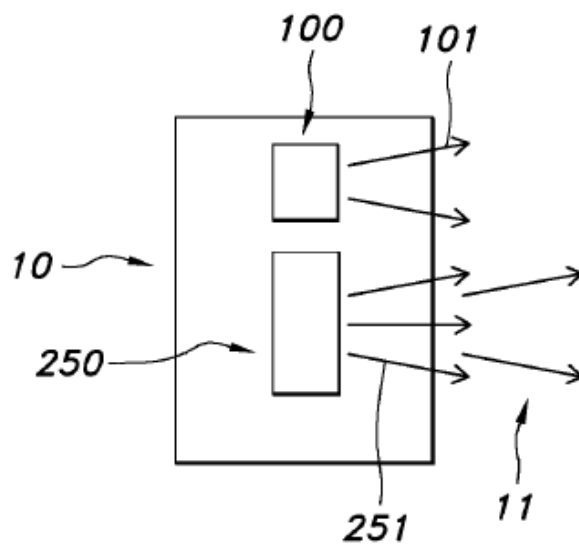


FIG. 2c

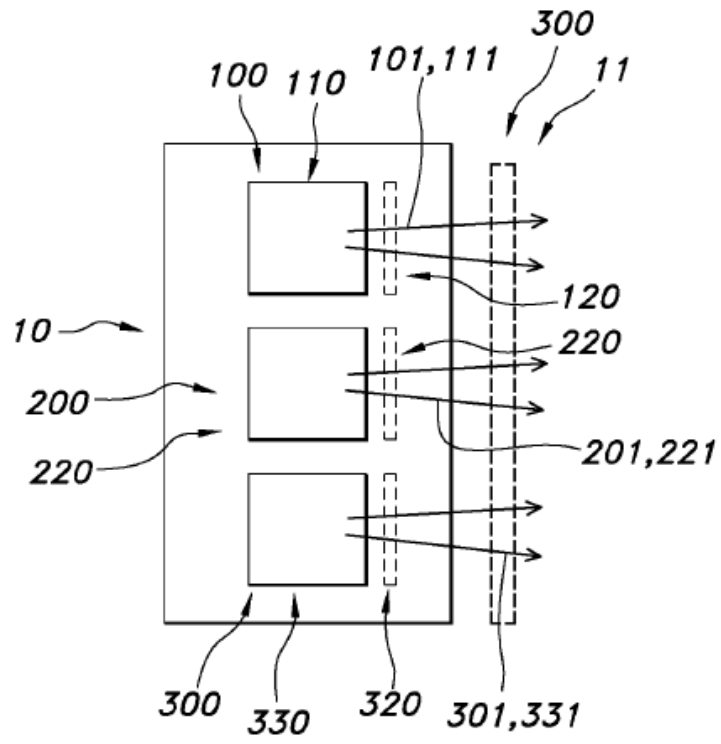


FIG. 2d

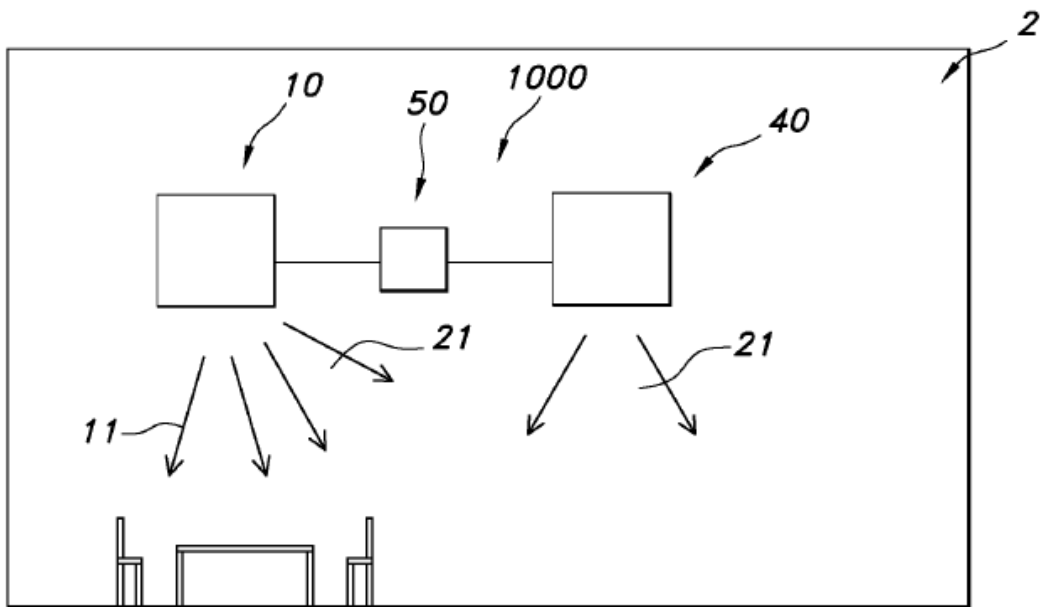


FIG. 2e

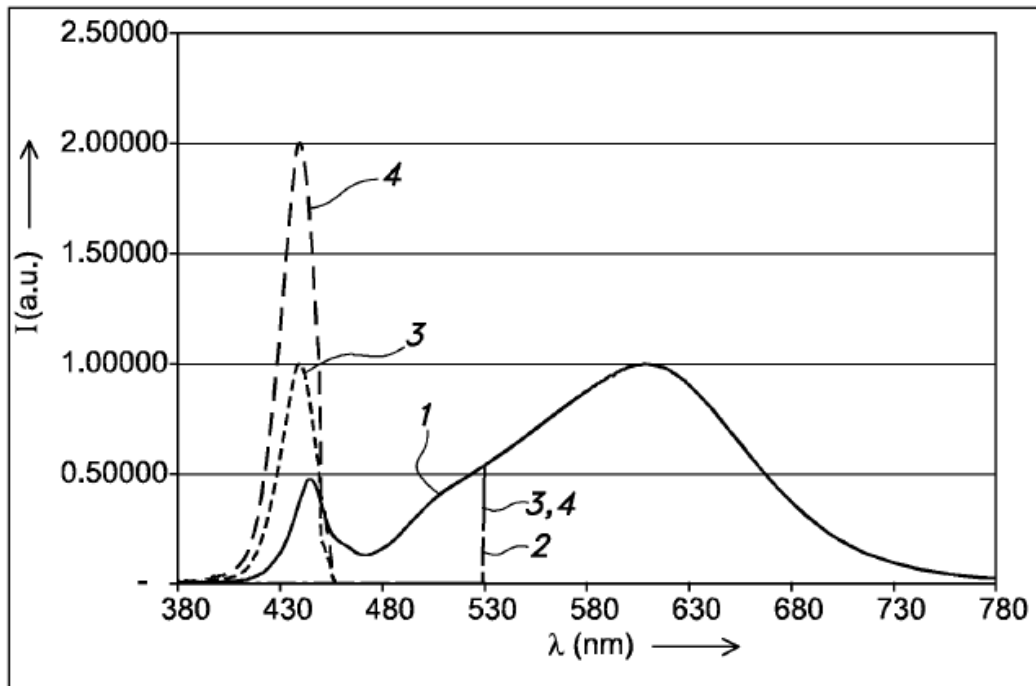


FIG. 3a

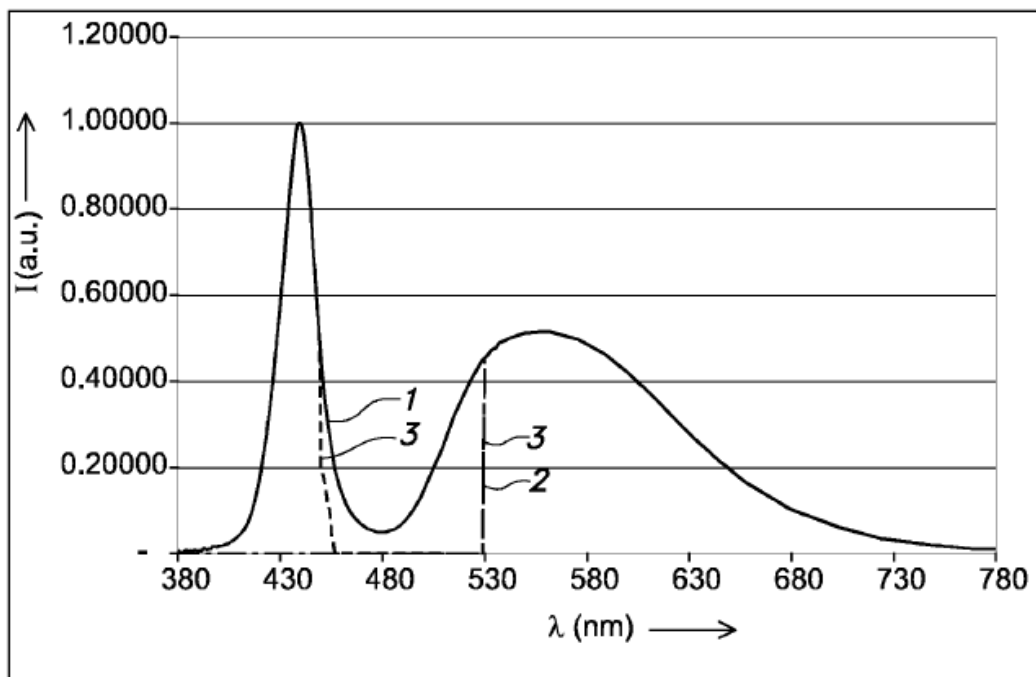


FIG. 3b

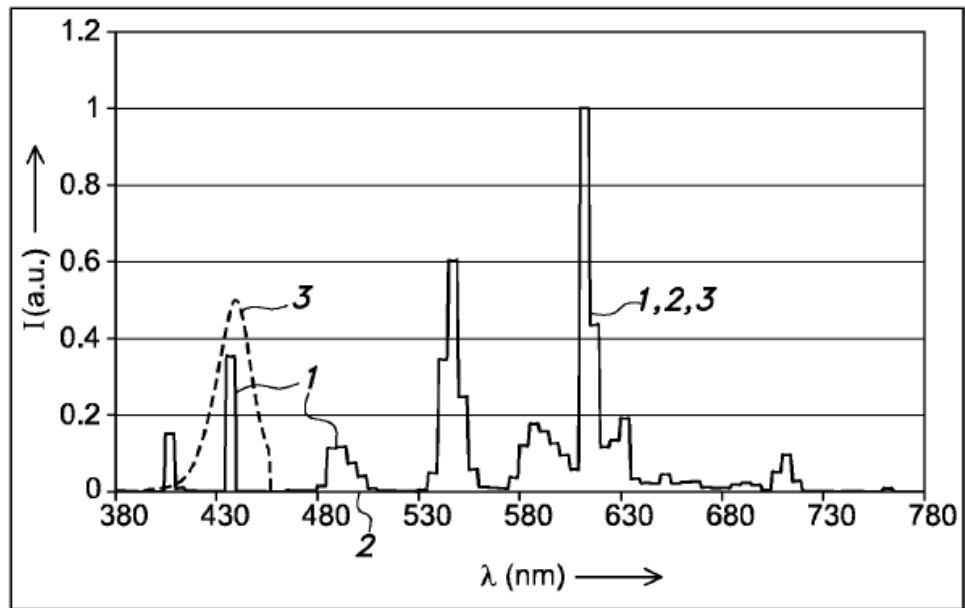


FIG. 3c

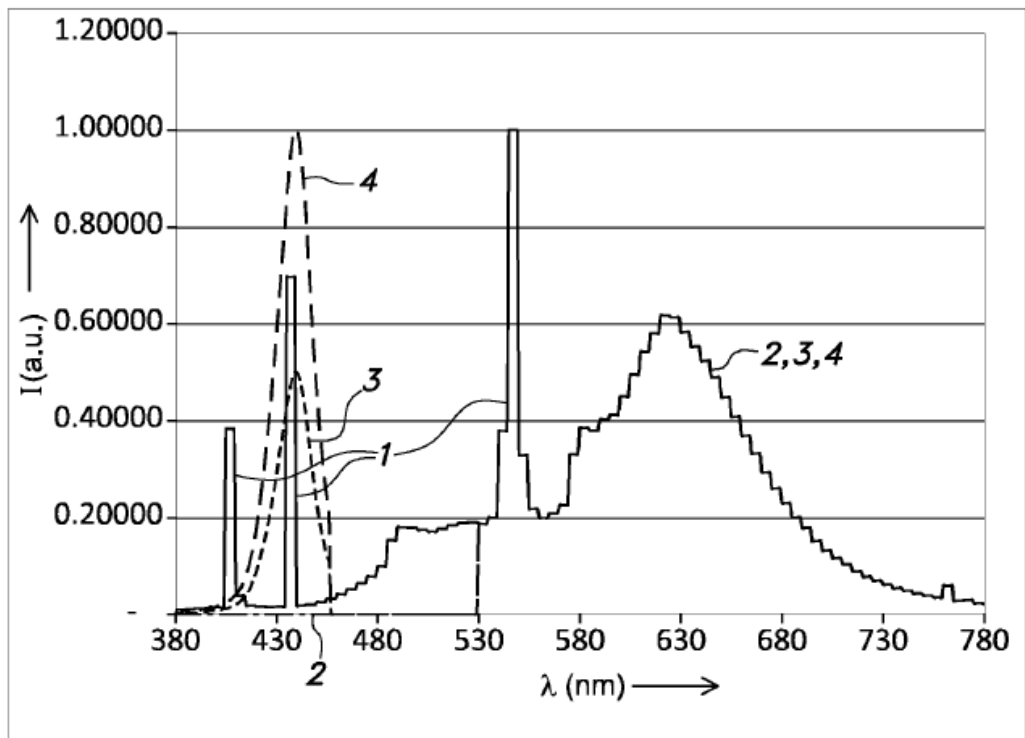


FIG. 3d