

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 663**

51 Int. Cl.:

**F21S 8/04** (2006.01)

**F21V 14/02** (2006.01)

**F21V 23/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2017 PCT/EP2017/053220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017 WO17144303**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2017 E 17705590 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3420268**

54 Título: **Luminaria de luz solar artificial**

30 Prioridad:

**23.02.2016 EP 16156841**

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

**05.08.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VISSENBERG, MICHEL CORNELIS JOSEPHUS  
MARIE;  
WEIJERS, ALDEGONDA LUCIA y  
DE GIER, RONALD CORNELIS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 777 663 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**

Luminaria de luz solar artificial

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un sistema de iluminación. La invención también se refiere al uso de dicho sistema de iluminación.

10 Antecedentes de la invención

Las fuentes de luz diurna artificial se conocen en la técnica. El documento WO2013/050918, por ejemplo, describe una disposición de emisión de luz, que comprende una fuente de luz que comprende una superficie de acoplamiento exterior de luz, adaptada para emitir luz de un primer intervalo de longitud de onda, y un miembro convertidor de longitud de onda capaz de convertir la luz de dicho intervalo de longitud de onda en luz de un segundo intervalo de longitud de onda, estando el miembro de conversión de longitud de onda dispuesto a una distancia de la fuente de luz y alineado centralmente con la fuente de luz de superficie de acoplamiento exterior de luz, y que está dispuesto para recibir y convertir parcialmente una parte central de la luz emitida por la fuente de luz mientras permite que la luz emitida por la fuente de luz en una dirección periférica pase al lado del miembro de conversión de longitud de onda. De esta manera, la disposición de emisión de luz proporciona una luz de un primer color en una dirección normal y una luz de otro color no convertida en una dirección periférica, lo que puede dar una impresión más realista de la luz diurna.

El documento US2005/195599A1 desvela una lámpara de operación para la iluminación de un campo de iluminación que incluye una pluralidad de módulos de luz individuales, opcionalmente de color variable, diferentes y conectados de manera pivotante entre sí para formar una fuente de luz. El documento WO 2015/057055 muestra el preámbulo de la reivindicación 1.

30 Sumario de la invención

Una forma de imitar la luz diurna se encuentra en las lámparas de terapia de luz que pueden crear mucha luz. A menudo se usan para aliviar la depresión estacional o los problemas para dormir. Las lámparas de luz diurna artificial más avanzadas son los simuladores de amanecer que se aplican como despertador. Si bien estos productos ya pueden ser eficaces, la ilusión de la luz diurna puede mejorarse aún más cambiando la dirección de la luz (la luz diurna proviene de arriba, no de una mesa) y agregando un contenido visual. Un proyector de alto rendimiento también puede usarse para proyectar un patrón de luz en el techo. Sin embargo, tales techos artificiales de luz diurna con contenido visual dinámico pueden ser voluminosos y pueden ser relativamente caros. Existen varios inconvenientes en los sistemas de luz diurna conocidos en la técnica que bloquean efectivamente el uso de estos sistemas en, por ejemplo, hogares de consumo.

40 Por lo tanto, es un aspecto de la invención proporcionar un sistema de iluminación alternativo, que preferentemente evite al menos en parte uno o más de los inconvenientes descritos anteriormente, y que esté configurado especialmente para imitar un cielo (incluyendo el amanecer y el atardecer). Para ello, el sistema de iluminación de acuerdo con la invención comprende:

- 45 a. al menos dos primeros subconjuntos de primeras fuentes de luz configuradas para proporcionar una primera luz que comprende dos o más primeros haces de luz en al menos dos o más primeras direcciones diferentes, en el que los dos o más primeros haces de luz tienen un color seleccionado del grupo que consiste en amarillo, naranja, rojo y blanco con una primera temperatura de color correlacionada;
- 50 b. uno o más segundos subconjuntos de una o más segundas fuentes de luz configuradas para proporcionar una segunda luz que comprende uno o más segundos haces de luz en una o más segundas direcciones, en el que el uno o más segundos haces de luz tienen un color seleccionado del grupo que consiste en luz morado, violeta, azul y blanca que tiene una segunda temperatura de color correlacionada, en el que uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la primera luz es variable, en el que la intensidad de la primera luz es variable y en el que uno o más del color y la temperatura de color correlacionada de la segunda luz es variable, siendo la intensidad de la segunda luz variable; en el que una o más de dicha primera luz y dicha segunda luz tienen una direccionalidad variable, y en el que la primera luz tiene un valor  $v'$  de al menos 0,47 de acuerdo con CIE 1976 y en el que la segunda luz tiene un valor  $v'$  más bajo;
- 55 c. un sistema de control configurado para controlar (i) una o más de (a) las intensidades de los dos o más primeros haces de luz y (b) uno o más de los colores y las primeras temperaturas de color correlacionadas de los dos o más primeros haces de luz, y configurado para controlar (ii) uno o más de (c) una o más intensidades del uno o más segundos haces de luz y (d) uno o más colores y segundas temperaturas de color correlacionadas del uno o más segundos haces de luz;
- 60 estando el sistema de iluminación configurado para proporcionar una o más de (a) dicha primera luz que tiene una distribución angular variable de uno o más de entre intensidad, color y temperatura de color correlacionada, y (b) dicha segunda luz que comprende uno o más de dichos uno o más segundos haces de luz.
- 65

Especialmente, la invención proporciona un sistema de iluminación con al menos dos subconjuntos de fuentes de luz, en el que uno o más primeros subconjuntos proporcionan la primera luz que imita la luz solar (durante el día) y teniendo especialmente la primera luz una dirección variable, y en el que uno o más segundos subconjuntos proporcionan una  
 5 segunda luz que imita el cielo (sin el sol, ya que el sol se proporciona por el o los primeros subconjuntos (durante el día)).

Especialmente, el color y/o la temperatura de color de la primera luz son variables, además de la variabilidad en la dirección. Aún más especialmente, la primera luz puede tener un color (variable) seleccionado del grupo que consiste  
 10 en luz amarilla, naranja, roja y blanca que tiene una temperatura de color correlacionada (variable) de, por ejemplo, menos de 6000 K, tal como igual a o menos de 5500 K. Además, especialmente el color y/o la temperatura de color de la segunda luz son variables. Aún más especialmente, la segunda luz puede tener un color (variable) seleccionado del grupo que consiste en luz morado, violeta, azul y blanca que tiene una temperatura de color correlacionada (CCT) (variable) de más de 5500, tal como más de 6000 K.

Especialmente, durante la operación en modos de operación donde se proporcionan tanto la primera luz como la segunda luz, tienen diferentes temperaturas de color. En unas realizaciones, también puede haber gradientes de color. En tales realizaciones, especialmente el intervalo de temperaturas de color proporcionadas por la primera luz no se superpone completamente con el intervalo de temperaturas de color proporcionadas por la segunda luz. Por lo tanto,  
 15 especialmente durante su uso, la primera luz y la segunda luz difieren en uno o más de entre el color, la temperatura y la intensidad de color. Además, a una distancia del sistema (tal como a una distancia (predeterminada) seleccionada del intervalo de 0,2-5 m; véase también a continuación), donde pueden recibirse tanto la primera luz como la segunda luz, el sistema proporciona una distribución de luz o patrón de luz con variaciones ("distribución") de uno o más de entre el color, la temperatura y la intensidad de color, especialmente en al menos la intensidad y uno o más de entre  
 20 el color y la temperatura de color.

Por lo tanto, la invención, como se desvela en las reivindicaciones 1 y 14, proporciona un sistema de iluminación ("sistema") que comprende: (i) una o más primeras fuentes de luz configuradas para proporcionar uno o más primeros haces de luz, y (ii) una o más segundas fuentes de luz configuradas para proporcionar uno o más segundos haces de luz; estando el sistema de iluminación configurado para proporcionar una o más de (a) una primera luz que comprende uno o más de dichos (uno o más) primeros haces de luz, en el que uno o más del color y la temperatura de color correlacionada de la primera luz es variable, y en el que especialmente también la intensidad de la primera luz es variable, y (b) una segunda luz que comprende uno o más de dichos (uno o más) segundos haces de luz en el que uno o más del color y la temperatura de color correlacionada de la segunda luz es variable, en el que la intensidad de  
 30 la segunda luz es variable; y en el que especialmente también una o más de dicha primera luz y dicha segunda luz tienen una direccionalidad variable. Especialmente, la primera luz, que puede usarse principalmente para imitar la luz solar, puede tener un valor  $v'$  de al menos 0,47 (de acuerdo con el diagrama de escala de cromaticidad uniforme de CIE 1976 (véase también la figura 5)), tal como al menos 0,475, y la segunda luz, que puede usarse principalmente para imitar un cielo (sin sol), puede tener un valor  $v'$  más bajo tal como por debajo de 0,47. La primera luz puede tener un valor  $u'$  seleccionado del intervalo de 0,15-0,5, especialmente 0,2-0,4 (de acuerdo con el diagrama de escala de cromaticidad uniforme de CIE 1976). El valor  $u'$  de la segunda luz puede ser sustancialmente cualquier valor  $u'$  posible.

Con el sistema de iluminación actual, la luz puede proyectarse, por ejemplo, en el techo, con (siendo el sistema de iluminación) un tipo de proyector o pantalla de baja resolución, por lo que puede imitarse de manera fácil el movimiento  
 45 del sol, incluyendo los cambios de color (temperatura) de la luz solar, y por lo que puede imitarse de manera fácil el cielo, opcionalmente con cambios de color y/o intensidad. De esta manera, puede imitarse un cielo, incluyendo su variación a lo largo del día. Esto puede aumentar el bienestar de los humanos en un espacio donde se aplica el sistema de iluminación. Por lo tanto, el sistema de iluminación como se describe en el presente documento puede usarse entre otros para imitar un cielo (incluido el sol) proporcionando una o más de (a) una primera luz y (b) una segunda luz a un techo (u otra superficie). Por lo tanto, el sistema de iluminación está configurado especialmente para aplicaciones en interiores. Además, el sistema de iluminación está configurado especialmente para aplicaciones colgantes. Con la primera luz y la segunda luz, pueden crearse patrones en el techo u otra superficie, y pueden generarse nuevos colores, ya que la primera luz y la segunda luz pueden mezclarse en el techo u otra superficie. En unas realizaciones específicas, la diferencia en el valor  $v'$  entre la primera luz y la segunda luz puede estar en el intervalo de 0,05, tal como 0,1, como en el intervalo de 0,05-0,4. Obsérvese que diferentes (primeros) subconjuntos pueden proporcionar haces de luz con diferentes coordenadas de cromaticidad  $v'$  del diagrama de escala de cromaticidad uniforme de CIE 1976. Del mismo modo, diferentes (segundos) subconjuntos pueden proporcionar haces de luz con diferentes coordenadas  $v'$ .

El sistema de luz diurna artificial (interior) como se describe en el presente documento puede, en las realizaciones, consistir esencialmente en una luminaria colgante que ilumina una zona (grande) en el techo. La zona completa se ilumina, por ejemplo, con luz blanca azulada que puede contener patrones estáticos o dinámicos de blanco y azul para crear la ilusión de un cielo. Además de eso, parte de la zona puede iluminarse con una intensidad mucho mayor y a una temperatura de color más baja para imitar la luz del sol. De acuerdo con la localización geográfica, la estación y la hora del día, la posición, pueden variar el tamaño y la temperatura de color del sol artificial. Aunque la luz (después de reflejarse en el techo) no es paralela como la luz solar directa, la posición en el techo crea un sentido de dirección.

Además, al tener zonas con CCT diferentes (el "cielo" azulado frente al "sol" blanco cálido), puede crearse un sutil efecto de color en las sombras de los objetos 3D. Por lo tanto, con un solo sistema, se crea un tipo de efecto McCandless. Este efecto puede usarse para crear una sensación naturalista, mejorar las características faciales de las personas y, al ajustar la intensidad relativa de dos luces con una CCT diferente, sugerir una hora del día en una habitación. El comportamiento dinámico puede, entre otros, activarse por una o más entradas directas de sensor de luz diurna, un reloj, GPS, información de aplicaciones de teléfonos inteligentes, de Internet, etc. Los datos de Internet pueden incluir, por ejemplo, datos de luz solar en una latitud específica, un lugar geográfico en la tierra, etc., etc.

En otro aspecto adicional, la invención proporciona un sistema, tal como también el especialmente descrito anteriormente, que comprende: (a) al menos dos primeros subconjuntos de primeras fuentes de luz configuradas para proporcionar dos o más primeros haces de luz en al menos dos o más primeras direcciones diferentes, teniendo los dos o más primeros haces de luz un color, especialmente seleccionado del grupo que consiste en luz amarilla, naranja, roja y blanca que tiene una primera temperatura de color correlacionada, por ejemplo, de menos de 6000 K, tal como igual o más pequeño que 5500 K; (b) uno o más segundos subconjuntos de una o más segundas fuentes de luz configuradas para proporcionar uno o más segundos haces de luz en una o más segundas direcciones, teniendo el uno o más segundos haces de luz un color, especialmente seleccionado del grupo que consiste en luz morado, violeta, azul y blanca que tiene una segunda temperatura de color correlacionada (CCT), por ejemplo, de más de 5500 K, tal como más de 6000 K; y (c) opcionalmente un sistema de control configurado para controlar (i) una o más de (a) las intensidades de los dos o más primeros haces de luz y (b) uno o más de los colores y (primeras) unas temperaturas de color correlacionadas de los dos o más primeros haces de luz, y (ii) uno o más de (c) una o más intensidades del uno o más segundos haces de luz y (d) uno o más colores y (segundos) unas temperaturas de color correlacionadas del uno o más segundos haces de luz. Especialmente, el sistema de iluminación está configurado para proporcionar uno o más de (a) la primera luz que comprende uno o más de dichos (uno o más) primeros haces de luz, con la primera luz, que tiene una distribución angular variable de uno o más de entre una intensidad, un color, y una temperatura de color correlacionada (primera luz), y (b) la segunda luz que comprende uno o más de dichos uno o más segundos haces de luz, teniendo la segunda luz uno o más de entre una intensidad variable, un color variable y una temperatura de color correlacionada (segunda luz) variable, teniendo especialmente al menos una intensidad variable y opcionalmente un color variable. Además, especialmente las al menos dos direcciones diferentes y la una o más segundas direcciones están configuradas dentro de un cono virtual que tiene un ángulo de vértice de 180° como máximo y un eje de cono virtual.

En otro aspecto adicional, la invención proporciona un sistema de iluminación ("sistema") que comprende: (i) una o más primeras fuentes de luz configuradas para proporcionar uno o más primeros haces de luz, y (ii) una o más segundas fuentes de luz configuradas para proporcionar uno o más segundos haces de luz; estando el sistema de iluminación configurado para proporcionar una o más de (a) una primera luz que comprende uno o más de dichos (uno o más) primeros haces de luz, en el que uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la primera luz es variable, en el que especialmente también la intensidad de la primera luz es variable, y (b) una segunda luz que comprende uno o más de dichos (uno o más) segundos haces de luz en el que uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la segunda luz es variable, en el que la intensidad de la segunda luz es variable; y en el que especialmente también una o más de dicha primera luz y dicha segunda luz tienen una direccionalidad variable, teniendo la primera luz un valor  $v'$  de al menos 0,47, tal como al menos 0,475, y un valor  $u'$  seleccionado del intervalo de 0,15 -0,5, especialmente 0,2-0,4 (de acuerdo con el diagrama de escala de cromaticidad uniforme de CIE 1976), y la segunda luz, que puede usarse principalmente para imitar un cielo (sin sol), puede tener un color diferente de la primera luz. Los valores  $v'$  y  $u'$  de la segunda luz pueden ser sustancialmente cualquier valor  $v'$  y  $u'$  posible fuera de la parte del diagrama de CIE 1976 definida por  $u' = 0,2-0,4$  y  $v' = 0,475$ , o definida por  $u' = 0,15 - 0,5$  y  $v' = 0,47$  (o definida por partes intermedias).

El sistema de iluminación comprende una pluralidad de fuentes de luz. Una o más de las fuentes de luz pueden incluir unas ópticas para dirigir la fuente de luz a la luz generada por la fuente de luz. Las fuentes de luz comprenden especialmente fuentes de luz de estado sólido (véase también a continuación). Cada fuente de luz puede incluir una fuente de luz de estado sólido. Opcionalmente, una o más fuentes de luz pueden incluir una pluralidad de fuentes de luz de estado sólido. La pluralidad de fuentes de luz puede subdividirse en una pluralidad de subconjuntos. Los subconjuntos pueden abordarse individualmente por el sistema de control. Por lo tanto, por ejemplo, la intensidad de todas las fuentes de luz en un subconjunto puede disminuirse simultáneamente. Especialmente, las características tales como la intensidad máxima, el color (temperatura) para las fuentes de luz dentro de un subconjunto son sustancialmente idénticas. Especialmente, las fuentes de luz dentro de un subconjunto están dentro del o los mismos contenedores. Sin embargo, un subconjunto también puede incluir una combinación de fuentes de luz de diferentes contenedores (para proporcionar, por ejemplo, el control de color del subconjunto). Por lo tanto, el sistema (control) está configurado especialmente para abordar de manera independiente los subconjuntos. En las realizaciones, el sistema de iluminación incluye al menos tres subconjuntos. Puede usarse el mínimo de dos primeros subconjuntos para imitar el movimiento del sol, tal como durante el día. El mínimo del segundo subconjunto puede usarse para imitar el cielo o el azul celeste. Con tres subconjuntos puede obtenerse un tipo de resolución de tres píxeles, que puede tener cierta similitud con los cambios de luz diurna durante el día. Por lo tanto, con un sistema relativamente simple, la luz diurna puede imitarse mucho mejor. Al agregar subconjuntos, puede aumentarse la resolución y las transiciones pueden ser más suaves y/o más realistas.

La primera luz que tiene un valor  $v'$  de al menos 0,47 puede implicar especialmente que cada primera fuente de luz puede (estar configurada para) proporcionar una fuente de luz con un valor  $v'$  de al menos 0,47. Del mismo modo, la segunda luz que tiene un valor  $v'$  más pequeño que 0,47 puede implicar especialmente que cada segunda fuente de luz puede (estar configurada para) proporcionar una fuente de luz a la luz con un valor  $v'$  más pequeño que 0,47. Sin embargo, la primera luz que tiene un valor  $v'$  de al menos 0,47 también puede implicar especialmente que cada primer subconjunto puede (estar configurado para) proporcionar una fuente de luz a la luz con un valor  $v'$  de al menos 0,47. Asimismo, la segunda luz que tiene un valor  $v'$  más pequeño que 0,47 puede implicar especialmente que cada segundo subconjunto puede (estar configurado para) proporcionar una fuente de luz a la luz con un valor  $v'$  más pequeño que 0,47. Una fuente de luz puede incluir varias fuentes de luz de estado sólido. Un subconjunto puede incluir una pluralidad de fuentes de luz.

Por lo tanto, en las realizaciones, el sistema comprende al menos dos primeros subconjuntos de primeras fuentes de luz. Aún más especialmente, el sistema comprende al menos tres primeros subconjuntos, tal como 3-20 primeros subconjuntos, como al menos seis primeros subconjuntos. Obsérvese que las características tales como la intensidad máxima, el color (temperatura) para las fuentes de luz de los al menos dos primeros subconjuntos pueden ser iguales o diferentes. Pueden obtenerse mejores resultados cuando hay una pluralidad de primeros subconjuntos entre los que dos o más al menos también difieren en la temperatura de color. Obsérvese que cuando hay una pluralidad de primeros subconjuntos, pueden obtenerse mejores resultados cuando cada primer subconjunto difiere en la dirección y/o el color de otro primer subconjunto.

El primer haz de luz, especialmente los dos o más primeros haces de luz, tienen un color seleccionado del grupo que consiste en luz amarilla, naranja, roja y blanca que tiene una temperatura de color correlacionada de, por ejemplo, menos que 6000 K, tal como igual o menos que 5500 K.

Por lo tanto, el color de la primera luz (véase también a continuación), se seleccionará especialmente de la luz que tiene una longitud de onda dominante en el intervalo de aproximadamente 565-630 nm, especialmente la luz blanca que tiene una temperatura de color correlacionada de menos de 6000 K, como igual o menos que 5500 K. En unas realizaciones específicas, la primera luz tiene una variable una temperatura de color correlacionada variable en al menos un intervalo de 3500-5000 K. Por lo tanto, también puede ser posible un intervalo variable más grande. En este caso, la expresión "temperatura de color correlacionada" se refiere a la CCT de la primera luz. La temperatura de color correlacionada puede variar a lo largo de un haz de dicha primera luz, ya que la primera luz puede estar compuesta de más de unos haces de más de unas (subconjuntos de) primeras fuentes de luz.

Los al menos dos primeros subconjuntos están configurados para proporcionar dos o más primeros haces de luz en al menos dos o más primeras direcciones diferentes. El movimiento virtual del sol en el cielo puede imitarse aumentando la intensidad de uno de los subconjuntos en relación con el otro, y viceversa. Especialmente cuando se aplican más de dos primeros subconjuntos, uno también puede no solo mover la primera luz (movimiento solar) sino también adaptar el punto de color/temperatura de color correlacionada.

Cuando se aplican dos o más primeros subconjuntos, la direccionalidad de la primera luz puede lograrse puramente mediante diferentes subconjuntos seleccionados; por lo tanto, no es necesario que se mueva (a continuación) tal como una fuente de luz rotatoria.

En este caso, en lugar de la expresión "configurado para" también puede aplicarse la expresión "adaptado para".

El sistema de iluminación puede especialmente (estar configurado para) proporcionar luz en media esfera o hemisferio, o en parte de la misma. Por lo tanto, las al menos dos direcciones diferentes se configuran dentro de un cono virtual que tiene un ángulo de vértice ( $\alpha$ ) de  $180^\circ$  (hemisferio) como máximo, especialmente menos de  $180^\circ$ , tal como aproximadamente  $135^\circ$  como máximo. Durante el uso del sistema, el vértice del cono virtual puede apuntar hacia abajo, y la base del cono virtual puede dirigirse al techo. La expresión "cono virtual" se refiere a un cono que está presente de manera virtual. El sistema de iluminación puede tener cualquier geometría.

Por lo tanto, el sistema de iluminación comprende además uno o más segundos subconjuntos de una o más segundas fuentes de luz, especialmente al menos dos segundos subconjuntos de segundas fuentes de luz, incluso más especialmente al menos tres segundos subconjuntos, tal como al menos cuatro segundos subconjuntos. Por lo tanto, en las realizaciones, el sistema de iluminación puede comprender 2-10 segundos subconjuntos, tal como de 4-10 segundos subconjuntos. Con al menos dos segundos subconjuntos, puede imitarse el cielo de una mejor manera y/o la resolución puede ser mayor. Obsérvese que las características tales como la intensidad máxima, el color (temperatura) para las fuentes de luz de los segundos subconjuntos (suponiendo al menos dos segundos subconjuntos) pueden ser iguales o diferentes. Pueden obtenerse mejores resultados cuando hay una pluralidad de segundos subconjuntos entre los que dos o más al menos también difieren en la temperatura de color. Obsérvese que cuando hay una pluralidad de segundos subconjuntos, pueden obtenerse mejores resultados cuando cada segundo subconjunto difiere en dirección y/o color del otro segundo subconjunto.

El uno o más segundos haces de luz tienen un color seleccionado del grupo que consiste en luz morado, violeta, azul y blanca con una temperatura de color correlacionada (CCT) de más de 5500 K, especialmente más de 6000 K, tal

como más de 6500 K.

5 Por lo tanto, el color de la segunda luz (véase también a continuación), se seleccionará especialmente de la luz que tiene un valor  $v'$  de menos de aproximadamente 0,47 (diagrama de escala de cromaticidad uniforme de CIE 1976), tal como especialmente la luz blanca que tiene una temperatura de color correlacionada de más de 6000 K. En unas realizaciones específicas, la segunda luz tiene una variable una temperatura de color correlacionada variable en al menos un intervalo de 6500-8000 K. Por lo tanto, también puede ser posible un intervalo variable más grande. El sistema de control puede configurarse para cambiar gradualmente la temperatura de color correlacionada de la segunda luz controlando la temperatura de color correlacionada de uno o más segundos haces de luz. En este caso, 10 la expresión "temperatura de color correlacionada" se refiere a la CCT de la segunda luz. La temperatura de color correlacionada puede variar a lo largo de un haz de dicha segunda luz, ya que la segunda luz puede estar compuesta de más de un haz de más de unas (subconjuntos de) segundas fuentes de luz.

15 Opcionalmente, los intervalos en los que las temperaturas de color correlacionadas de la primera luz y de la segunda luz pueden ser variables pueden superponerse parcialmente. En otras realizaciones más, los intervalos no se superponen.

20 El sistema está configurado especialmente para proporcionar uno o más segundos haces de luz en una o más segundas direcciones. Con el o los segundos subconjuntos, puede imitarse el cielo (sin el sol), en este caso también indicado como "azul celeste". El movimiento virtual del sol en el cielo puede imitarse aumentando la intensidad de uno de los subconjuntos en relación con el otro, y viceversa. Especialmente cuando se aplican dos o más segundos subconjuntos, especialmente más de dos, también puede cambiar el color del cielo, ya que también puede cambiar durante el día.

25 La una o más segundas fuentes de luz están configuradas para proporcionar uno o más segundos haces de luz en una o más segundas direcciones. Mientras que dentro de la pluralidad de primeros subconjuntos puede haber primeros haces que no se superponen sustancialmente (a una distancia predeterminada seleccionada del intervalo de 0,2-5 m, especialmente 0,2-1 m, del sistema de iluminación), cuando debe imitarse especialmente el movimiento del sol, cuando hay dos o más segundos subconjuntos, los segundos haces de luz pueden superponerse (a una distancia predeterminada seleccionada del intervalo de 0,2-5 m, especialmente 0,2-1 m, del sistema de iluminación), cuando debe imitarse especialmente el cielo. La una o más segundas direcciones están, por lo tanto, especialmente configuradas también dentro del mismo cono virtual que tiene el ángulo de vértice ( $\alpha$ ) de un máximo de 180° (hemisferio), especialmente menos de 180°, tal como un máximo de aproximadamente 135°.

35 Especialmente, la zona definida por el ancho de haz (ancho completo medio máximo, FWHM) del segundo haz de luz (a una distancia predeterminada seleccionada del intervalo de 0,2-5 m, especialmente 0,2-1 m, del sistema de iluminación), o la zona definida por las zonas superpuestas definidas por los anchos de haz de los segundos haces de luz (a una distancia predeterminada seleccionada del intervalo de 0,2-5 m, especialmente 0,2-1 m, del sistema de iluminación) puede definir la zona en la que la primera luz puede moverse, ya que la primera puede definir el cielo y la segunda puede definir el movimiento del sol. En general, la resolución, definida por el número de subconjuntos, de los primeros subconjuntos es mayor que la resolución de los segundos subconjuntos.

45 En otras realizaciones más, el sistema de iluminación puede (adicionalmente) incluir una o más partes móviles, tales como una o más fuentes de luz móviles y ópticas móviles. También de esta manera, puede introducirse la direccionalidad.

50 El sistema comprende además un sistema de control. El sistema de control está configurado especialmente para controlar (i) la intensidad y/o el color de los primeros haces de luz y/o (ii) la intensidad (y/o el color) del o los segundos haces de luz. Por lo tanto, el sistema de control está configurado especialmente para controlar (i) una o más de (a) las intensidades del o los (dos o más) primeros haces de luz y (b) uno o más del o los colores y las (primeras) temperaturas de color correlacionadas del o los (dos o más primeros) haces de luz y (ii) uno o más de (c) una o más intensidades del uno o más segundos haces de luz y (d) uno o más de entre los colores y las (segundas) temperaturas de color correlacionadas del uno o más segundos haces de luz. Obsérvese que al controlar el color y/o la intensidad de los primeros subconjuntos, puede imitarse un movimiento solar, por ejemplo, en una realización teniendo una intensidad baja o nula de uno de los primeros haces de luz y aumentando la intensidad de otro de los primeros haces de luz, y cambiando gradualmente esto a una intensidad sustancialmente única en el primer haz de luz aumentando gradualmente su intensidad y disminuyendo gradualmente la intensidad del último.

60 Por lo tanto, de esta manera, el o los primeros subconjuntos pueden proporcionar luz que puede moverse gradualmente sobre un techo, y opcionalmente también cambia gradualmente el color o la temperatura de color correlacionada, imitando el movimiento y el comportamiento del sol sobre un cielo, promocionándose este último por la luz del uno o más segundos subconjuntos. Por lo tanto, especialmente, el sistema de iluminación está configurado para proporcionar la primera luz que comprende uno o más de dichos (uno o más) primeros haces de luz, teniendo la primera luz una distribución angular variable de uno o más de entre la intensidad, el color y la temperatura de color correlacionada. Como alternativa, y especialmente de manera adicional, el sistema de iluminación también está 65 configurado para proporcionar una segunda luz que comprende uno o más de dichos uno o más segundos haces de

luz, teniendo la segunda luz uno o más de entre una intensidad variable, un color variable y una temperatura de color correlacionada variable, especialmente teniendo al menos una intensidad variable y opcionalmente un color variable. Cuando solo hay un segundo subconjunto, solo la intensidad del segundo haz de luz puede ser controlable. Por lo tanto, en unas realizaciones específicas, el sistema de iluminación comprende al menos dos segundos subconjuntos de segundas fuentes de luz, proporcionando de este modo una segunda luz que tiene una distribución angular variable de uno o más de entre la intensidad, el color y la temperatura de color correlacionada.

Como se ha indicado anteriormente, la distribución de la luz, el color de la luz, etc. son variables. Al variar en el tiempo tales parámetros, puede imitarse un cielo, que incluya un sol. Por lo tanto, en las realizaciones, el sistema de control está configurado especialmente para variar uno o más de (a) la distribución angular de la intensidad de la primera luz, (b) la distribución angular de uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la primera luz, (c) la intensidad de la segunda luz, y (d) el color de la segunda luz en función del tiempo (como un reloj). Como se ha indicado anteriormente, en unas realizaciones específicas, el sistema de iluminación comprende al menos dos segundos subconjuntos de segundas fuentes de luz. Por lo tanto, en tales realizaciones, el sistema de control puede configurarse especialmente para variar una o más de (a) la distribución angular de la intensidad de la primera luz, (b) la distribución angular de uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la primera luz, (c) la distribución angular de la intensidad de la segunda luz, (d) la distribución angular de uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la segunda luz, en función del tiempo (como un reloj). Como alternativa, el sistema de control puede configurarse especialmente para variar uno o más de estos en función de uno o más de entre el tiempo, una señal GPS y la entrada de sensor de luz diurna.

Alternativa o adicionalmente, uno o más de estos parámetros pueden controlarse en función de uno o más de entre la localización geográfica, la estación y la hora del día, etc. Como alternativa o adicionalmente, uno o más de estos parámetros pueden controlarse en función de uno o más de entre una entrada directa de sensor de luz diurna, un GPS, una información de aplicaciones de teléfonos inteligentes, una información de Internet, etc. Por ejemplo, un día soleado puede traducirse a las características de iluminación del sistema de iluminación, mientras que el sistema de iluminación también puede cambiar las características de iluminación cuando está nublado en el exterior. Además, en las realizaciones, un usuario puede controlar uno o más de estos parámetros a través de una interfaz de usuario. Esta interfaz de usuario puede estar integrada en el sistema de iluminación, pero también puede estar alejada del sistema de iluminación (control remoto). Por lo tanto, la interfaz de usuario puede integrarse en realizaciones en el sistema de iluminación pero en otras realizaciones puede estar separada del sistema de iluminación. La interfaz de usuario puede ser, por ejemplo, una interfaz gráfica de usuario. Además, la interfaz de usuario puede proporcionarse por una aplicación para un teléfono inteligente u otro tipo de dispositivo Android, un iPhone, etc.

El sistema de control puede usarse para proporcionar uno o más programas de iluminación, en el que durante al menos uno o más de dichos programas se proporcionan una o más, especialmente tanto la primera luz como la segunda luz. Sin embargo, el sistema de iluminación también puede configurarse para permitir que un usuario se desvíe de dicho programa y elija (con una interfaz de usuario) (i) uno o más de entre el color, la temperatura de color correlacionada y la intensidad de la primera luz, y/o (ii) uno o más de entre el color, la temperatura de color correlacionada y la intensidad de la segunda luz. Alternativa o adicionalmente, el sistema de iluminación también puede configurarse para permitir que un usuario se desvíe de dicho programa y elija (con una interfaz de usuario) una direccionalidad de una o más de entre dicha primera luz y dicha segunda luz. De esta manera, un usuario puede crear su propio patrón en un techo o superficie que incluye, por ejemplo, color, temperatura de color y gradientes de intensidad.

En otro aspecto adicional, la invención también proporciona un método para proporcionar luz, especialmente un método para iluminar un objeto, tal como iluminar un techo, en el que se aplica el sistema de iluminación como se describe en el presente documento, y en el que se proporciona una o más de entre la primera luz y la segunda luz, especialmente en el que se proporcionan ambas, y en el que especialmente durante un período uno o más de entre la intensidad, el color y la temperatura de color de una o más de entre la primera luz y la segunda luz varían en el tiempo.

Por lo tanto, la invención también proporciona (en un aspecto adicional) un producto de programa informático, implementado opcionalmente en un soporte de grabación (medio de almacenamiento), que cuando se ejecuta en un ordenador ejecuta el método como se describe en el presente documento (véase a continuación) y/o puede controlar el sistema como se describe en el presente documento. Por ejemplo, el sistema (control) puede configurarse para ejecutar (a solicitud de un usuario) uno o más de los programas definidos (a continuación) en el presente documento.

Especialmente, el sistema de iluminación está configurado para cambiar gradualmente uno o más de entre el color, el ángulo y la intensidad de la primera luz y/o de la segunda luz, especialmente al menos de la primera luz. Además de esto, el sistema de iluminación puede (por lo tanto) permitir también que un usuario seleccione uno o más de entre un color, un ángulo y una intensidad de la primera luz y/o de la segunda luz.

Por lo tanto, suponiendo una intensidad máxima del 100 % (en la que I refleja una medida de la intensidad) para un haz de luz, en las realizaciones puede aplicarse un programa (por el sistema de control) en el que un cambio en la intensidad del haz es especialmente igual o más pequeño que  $1 * 00 \text{ \%}/\text{h}$ , especialmente igual o más pequeño que

$1/2 * 100 \text{ %/h}$ , tal como  $1/16 * 100\text{h}-1/2 * 100 \text{ %/h}$ , especialmente al menos  $1/24 * 100 \text{ %/h}$ . Por lo tanto, un cambio en la intensidad de 0 a 100 % de intensidad o viceversa duraría al menos una hora (o puede, por ejemplo, durar 16 horas). La intensidad puede definirse, por ejemplo, en lúmenes o candelas.

5 Del mismo modo, en las realizaciones puede aplicarse un programa (mediante el sistema de control) en el que un cambio en el ángulo de una dirección de la primera luz es especialmente igual o más pequeño que  $180^\circ/\text{h}$ , especialmente igual o más pequeño que  $(180^\circ/2)/\text{h}$ , tal como  $(180^\circ/16)/\text{h}-(180^\circ/2)/\text{h}$ . Del mismo modo, en las realizaciones puede aplicarse un programa (por el sistema de control) en el que un cambio en el ángulo de la primera luz es especialmente igual o más pequeño que  $10^\circ/\text{h}$ , especialmente igual o más pequeño que  $(180^\circ/2)/\text{h}$ , tal como  $(180^\circ/16)/\text{h}-(180^\circ/2)/\text{h}$ , especialmente al menos  $(180^\circ/24)/\text{h}$ . Lo mismo puede aplicarse a una dirección de la segunda luz, aunque en este caso el cambio puede ser incluso más gradual o incluso puede no haber un cambio angular sustancial de la dirección de la segunda luz. Por ejemplo, el cambio de ángulo puede estar en el intervalo de  $5\text{-}30^\circ$  por hora, tal como  $10\text{-}20^\circ$  por hora.

15 Del mismo modo, en las realizaciones puede aplicarse un programa (por el sistema de control) en el que un cambio en el punto de color de un haz de luz es especialmente igual o más pequeño que  $0,25/\text{h}$ , especialmente igual o más pequeño que  $(0,25/2)/\text{h}$ , tal como  $(0,25/16)/\text{h}-(0,25/2)/\text{h}$ , especialmente al menos  $(0,25/24)/\text{h}$ . En este caso, el valor de 0,25 puede referirse a una (un cambio en) coordenada x y/o coordenada y del diagrama de coordenadas de color (CIE 1931).

20 Por lo tanto, en las realizaciones, el sistema (control) está configurado especialmente para cambiar gradualmente la intensidad de la primera luz desde un lado del eje del cono virtual a otro lado del eje del cono virtual controlando las intensidades y de los dos o más primeros haces de luz. Esto puede imitar la trayectoria del sol a lo largo del cielo. Por lo tanto, en unas realizaciones específicas, el sistema (control) está configurado para ejecutar un cambio (angular) máximo en un mínimo de 1 hora, tal como en un mínimo de 2 horas, tal como en al menos 4 horas, tal como en al menos 8 horas (aproximadamente un día trabajo), como en al menos 10 horas (horario de apertura de oficinas), o incluso hasta 16 horas o más, como máximo 24 horas. Por ejemplo, el cambio angular máximo puede ser al menos de  $10^\circ$ , tal como al menos de  $20^\circ$ , tal como al menos de  $30^\circ$ , como en el intervalo de al menos  $10^\circ$  para menos de  $180^\circ$ . Del mismo modo, esto podría aplicarse a un cambio angular opcional de la segunda luz. La expresión cambio angular puede referirse especialmente a un cambio de un eje óptico y/o un cambio de una intensidad máxima (de la luz primera o segunda).

35 Como se ha indicado anteriormente, el sistema puede configurarse para cambiar gradualmente el color. Alternativa o adicionalmente, en las realizaciones, el sistema de control está configurado para variar gradualmente la temperatura de color correlacionada de la primera luz desde un primer mínimo a través de un primer máximo a un segundo mínimo, con un cambio mínimo de al menos 500 K hacia arriba y un cambio mínimo de al menos 500 K abajo. En otra realización adicional, puede aplicarse un programa (mediante el sistema de control) en el que un cambio en la temperatura de color correlacionada de la primera luz es especialmente igual o más pequeño que  $4000 \text{ K/h}$ , especialmente igual o más pequeño que  $(4000 \text{ K}/2)/\text{h}$ , como  $(4000 \text{ K}/16)/\text{h}-(4000 \text{ K}/2)/\text{h}$ , como al menos  $(4000 \text{ K}/24)/\text{h}$ .  
 40 En unas realizaciones adicionales, el sistema de control puede (también) configurarse para cambiar gradualmente la temperatura de color correlacionada de la segunda luz controlando la temperatura de color correlacionada del uno o más segundos haces de luz. Especialmente, en tales realizaciones puede aplicarse un programa en el que un cambio en la temperatura de color correlacionada de la segunda luz es especialmente igual o más pequeño que  $8000 \text{ K/h}$ , especialmente igual o más pequeño que  $(8000 \text{ K}/2)/\text{h}$ , igual o más pequeño que  $(8000\text{K}/4)/\text{h}$  tal como  $(8000\text{K}/16)/\text{h}-(4000\text{K}/2)/\text{h}$ , como al menos  $(8000\text{K}/24)/\text{h}$ .

50 En unas realizaciones específicas, la (una o más) primera fuente de luz y la (una o más) segunda fuente de luz comprenden una o unas fuentes de luz de estado sólido. Además, en unas realizaciones específicas, el número total de fuentes de luz de estado sólido es como máximo 5000. Por ejemplo, puede aplicarse una matriz  $50*50$  de fuentes de luz de estado sólido, tales como LED. Por lo tanto, con una resolución relativamente baja (máx.  $50*50$  cuando se proporciona una matriz de  $50*50$ ; sin embargo, opcionalmente, la resolución puede ser más pequeña cuando hay más de una fuente de luz de estado sólido dentro del mismo subconjunto), la calidad de la iluminación puede mejorarse con el sistema de iluminación actual.

55 En otras realizaciones adicionales, el sistema puede comprender en total un máximo de  $50*50$  subconjuntos (subconjuntos primeros y segundos), y especialmente al menos 3 subconjuntos (subconjuntos primeros y segundos), tal como al menos 5 subconjuntos (subconjuntos primeros y segundos).

60 Como se ha indicado anteriormente, los primeros haces de luz pueden proporcionar luz de color o luz blanca. Además, uno o más primeros haces de luz pueden proporcionar luz blanca y uno o más de los otros haces de luz pueden proporcionar luz de color. Del mismo modo, el segundo haz de luz puede proporcionar luz de color o luz blanca. Además, uno o más primeros haces de luz pueden proporcionar luz blanca y uno o más los otros haces de luz pueden proporcionar luz de color.

65 Por lo tanto, en las realizaciones, los dos o más primeros haces de luz tienen un color de luz blanca que tienen las (primeras) temperaturas de color correlacionadas iguales o menores que 5500 K, en el que las temperaturas de color

correlacionadas de al menos dos de los dos o más primeros haces de luz difieren en al menos 500 K, tal como al menos 1000 K. En otras realizaciones, dos o más de los dos o primeros haces de luz tienen un color de luz blanca que tiene las (primeras) temperaturas de color correlacionadas iguales o menores que 5500 K. Las (primeras) temperaturas de color correlacionadas de al menos dos de los dos o más primeros haces de luz pueden diferir, especialmente en al menos 500 K, tal como al menos 1000 K. Además o como alternativa, uno o más (otros) primeros haces de luz tienen un color (es decir, no blanco). Además, la distribución de temperatura de color puede variar a lo largo de la primera luz.

En otras realizaciones más, el uno o más segundos haces de luz tienen un color de luz blanca que tiene una (segunda) temperatura de color correlacionada igual o mayor que 6500 K. En otras realizaciones, dos o más segundos haces de luz tienen un color de luz blanca que tiene una temperatura de color correlacionada igual o mayor que 6500 K, en el que las (segundas) temperaturas de color correlacionadas de los dos o más segundos haces de luz difieren, especialmente en al menos 500 K, tal como al menos 1000 K. En otras realizaciones más, el sistema de iluminación está configurado para proporcionar una pluralidad de segundos haces de luz, en el que dos o más de los dos o segundos haces de luz tienen un color de luz blanca que tiene unas (segundas) temperaturas de color correlacionadas iguales o más grandes que 6500 K. Las (segundas) temperaturas de color correlacionadas de al menos dos de los dos o más segundos haces de luz pueden diferir, especialmente en al menos 500 K, tal como al menos 1000 K. Además o como alternativa, y uno o más (otros) segundos haces de luz tienen un color (es decir, no blanco). Además, la distribución de temperatura de color puede variar durante la segunda luz.

Parece ser beneficioso disponer de una lente, tal como una lente Fresnel, en frente de una pluralidad de fuentes de luz. Por lo tanto, en las realizaciones, el sistema de iluminación comprende además una lente, configurada corriente abajo de una o más primeras fuentes de luz, configurada corriente abajo de una o más de la una o más segundas fuentes de luz, o configurada corriente abajo de una o más primeras fuentes de luz y una o más de las segundas fuentes de luz. Especialmente, una lente puede configurarse corriente abajo de al menos las primeras fuentes de luz. Además, para evitar límites agudos, puede aplicarse un difusor corriente abajo de una o más de las fuentes de luz. Por lo tanto, en las realizaciones, el sistema de iluminación comprende además un difusor, configurado corriente abajo de una o más primeras fuentes de luz, configurado corriente abajo de una o más de la una o más segundas fuentes de luz, o configurado corriente abajo de una o más primeras fuentes de luz y una o más de las segundas fuentes de luz.

La expresiones "corriente arriba" y "corriente abajo" se refieren a una disposición de elementos o características en relación con la propagación de la luz desde un medio generador de luz (en este caso, especialmente la fuente de luz), en el que en relación con una primera posición dentro de un haz de luz desde los medios de generación de luz, una segunda posición en el haz de luz más cercano a los medios de generación de luz está "corriente arriba", y una tercera posición dentro del haz de luz más lejano de los medios de generación de luz está "corriente abajo".

En otro aspecto, la invención proporciona un sistema de iluminación que comprende: (a) uno o más primeros subconjuntos de primeras fuentes de luz configuradas para proporcionar uno o más primeros haces de luz, en los que una o más primeras fuentes de luz son móviles, tales como rotatorias, asociadas con el sistema de iluminación, de tal manera que uno o más primeros haces de luz puede proporcionarse en dos o más primeras direcciones diferentes, en los que el uno o más primeros haces de luz tienen un color seleccionado del grupo que consiste en luz amarilla, naranja, roja y blanca, por ejemplo, teniendo una (primera) temperatura de color correlacionada de menos de 6000 K; (b) uno o más segundos subconjuntos de una o más segundas fuentes de luz configuradas para proporcionar uno o más segundos haces de luz, en los que una o más segundas fuentes de luz pueden ser opcionalmente móviles, tales como rotatorias, asociadas con el sistema de iluminación, de tal manera que pueden proporcionarse uno o más segundos haces de luz en una o más segundas direcciones, en los que uno o más segundos haces de luz tienen un (segundo) color seleccionado del grupo que consiste en luz morado, violeta, azul y blanca, por ejemplo, tienen una temperatura de color correlacionada de más de 6000 K; (c) opcionalmente, un sistema de control configurado para controlar (i) una o más de (a) las intensidades de los dos o más primeros haces de luz y (b) uno o más de los colores y las (primeras) temperaturas de color correlacionadas de los dos o más primeros haces de luz, y (ii) uno o más de (c) una o más intensidades del uno o más segundos haces de luz y (d) uno o más de los colores y las (segundas) temperaturas de color correlacionadas del uno o más segundos haces de luz. El sistema de iluminación está configurado especialmente para proporcionar uno o más de (a) una primera luz que comprende uno o más de dichos (uno o más) primeros haces de luz, teniendo la primera luz una distribución angular variable de uno o más de entre la intensidad, el color y la temperatura de color correlacionada, y (b) una segunda luz que comprende uno o más de dichos uno o más segundos haces de luz, teniendo la segunda luz una o más de entre la intensidad variable, el color variable y la temperatura de color correlacionada variable; en el que las al menos dos direcciones diferentes, y en el que la una o más segundas direcciones están especialmente configuradas dentro de un cono virtual que tiene un ángulo de vértice de 180° como máximo y un eje de cono virtual. Especialmente, el sistema de control puede configurarse para (también) controlar la o las direcciones de una o más primeras fuentes de luz y opcionalmente también la o las direcciones de una o más segundas fuentes de luz. Alternativa o adicionalmente, la óptica puede ser móvil, tal como rotatoria. También de esta manera puede controlarse la dirección de uno o más haces de luz (primero y/o segundo). El sistema de control puede controlar también (tales) elementos móviles, como la óptica móvil.

El sistema de iluminación puede configurarse especialmente como un dispositivo de iluminación colgante. Además, el

dispositivo de iluminación puede configurarse especialmente para iluminar una zona, tal como la parte de un techo, ya sea directamente o a través de un espejo. Aún más, el sistema de iluminación también puede proporcionar luz en otra dirección diferente de las de los primeros haces de luz y los segundos haces de luz. Los haces de luz primero y segundo pueden usarse para crear una impresión de cielo (con sol). Por lo tanto, estos haces no pueden usarse directamente para iluminar una habitación. Por lo tanto, en las realizaciones, el sistema de iluminación comprende además una tercera fuente de luz configurada para proporcionar un tercer haz de luz (IL) en una tercera dirección, configurada fuera del cono virtual. Especialmente, dicha tercera luz puede ser luz blanca. Por lo tanto, la invención también proporciona unas realizaciones del sistema de iluminación que comprenden además una tercera fuente de luz configurada para proporcionar un tercer haz de luz en una tercera dirección diferente de las al menos dos o más primeras direcciones diferentes y la una o más segundas direcciones.

Por lo tanto, la presente invención proporciona en las realizaciones una luminaria central de luz solar artificial, tal como una luminaria encima de una mesa de comedor.

En otro aspecto adicional, la invención proporciona un sistema de iluminación que comprende una pluralidad de primeras fuentes de luz y una pluralidad de segundas fuentes de luz, configuradas en una matriz (regular), comprendiendo además el sistema de iluminación un sistema de control, configurado para controlar la pluralidad de primeras fuentes de luz y una pluralidad de segundas fuentes de luz, en el que pueden controlarse las primeras fuentes de luz (independientemente), y en el que pueden controlarse las segundas fuentes de luz (independientemente), en el que (en un programa) durante el uso el sistema de control está configurado para variar en el tiempo la intensidad de las primeras fuentes de luz (en el que especialmente dos o más primeras fuentes de luz difieren recíprocamente en intensidad), y en el que especialmente una variación en el tiempo de la intensidad de las primeras fuentes de luz difiere de una variación en el tiempo de la intensidad de las segundas fuentes de luz (si las hay). Adicionalmente o como alternativa, la variación puede ser en el tiempo también en color y/o temperatura de color de las primeras fuentes de luz (en el que especialmente dos o más primeras fuentes de luz difieren recíprocamente en color y/o temperatura de color), y opcionalmente de las segundas fuentes de luz, en el que especialmente una variación en el tiempo del color y/o temperatura de color de las primeras fuentes de luz difiere de una variación en el tiempo del color y/o temperatura de color de las segundas fuentes de luz (si las hay). De esta manera, puede haber una distribución espacial variable (en el tiempo) de la luz de las primeras fuentes de luz sobre el sistema de iluminación y, opcionalmente, también una distribución espacial variable (en el tiempo) de la luz de las segundas fuentes de luz sobre el sistema de iluminación. La resolución de la matriz puede ser como se ha definido anteriormente. Tal sistema puede comprender, por ejemplo, una pluralidad de luminarias.

El sistema de iluminación puede configurarse para controlar una distribución angular del color, la temperatura de color y la intensidad de la primera luz y/o la segunda luz. El sistema de iluminación puede configurarse para controlar una distribución espacial del color, la temperatura de color y la intensidad de la primera luz y/o la segunda luz. El término distribución puede referirse especialmente a una distribución no homogénea. Por lo tanto, cuando el sistema de control ejecuta un programa, puede haber períodos en los que una o más de entre la primera luz y la segunda luz se distribuyen de manera no homogénea en una superficie a una distancia predeterminada seleccionada del intervalo de 0,2-5 m, especialmente 0,2-1 m, del sistema de iluminación.

El término luz blanca del presente documento se conocido por los expertos en la materia. Se refiere especialmente a la luz que tiene una temperatura de color correlacionada (CCT) entre aproximadamente 2000 y 20000 K, especialmente 2700-20000 K, para iluminación general, especialmente en el intervalo de aproximadamente 2700 K y 6500 K, y para fines de retroiluminación, especialmente en el intervalo de aproximadamente 7000 K y 20000 K, y especialmente dentro de aproximadamente 15 SDCM (desviación estándar de coincidencia de color) del BBL (locus del cuerpo negro), especialmente dentro de aproximadamente 10 SDCM del BBL, incluso más especialmente dentro de aproximadamente 5 SDCM del BBL.

Las expresiones "luz violeta" o "emisión violeta" se refieren especialmente a la luz que tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 380-440 nm. Las expresiones "luz azul" o "emisión azul" se refieren especialmente a la luz que tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 440-495 nm (incluyendo algunos tonos violeta y cian). Las expresiones "luz verde" o "emisión verde" se refieren especialmente a la luz que tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 495-570 nm. Las expresiones "luz amarilla" o "emisión amarilla" se refieren especialmente a la luz que tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 570-590 nm. Las expresiones "luz naranja" o "emisión naranja" se refieren especialmente a la luz que tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 590-620 nm. Las expresiones "luz roja" o "emisión roja" se refieren especialmente a la luz que tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 620-780 nm. Las expresiones "luz rosa" o "emisión rosa" se refieren a la luz que tiene un componente azul y uno rojo. En lugar del término "rosa" también puede aplicarse al término "morado". Rosa y morado se refieren como un intervalo de tonos de color entre azul y rojo. Las expresiones "visible", "luz visible" o "emisión visible" se refieren a la luz que tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 380-780 nm.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán las realizaciones de la invención, por medio solo de un ejemplo, haciendo referencia a

los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que los símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en los que:

- 5 las figuras 1a-1d representan esquemáticamente algunos aspectos del sistema de iluminación descrito en el presente documento;
- las figuras 2a-2b representan esquemáticamente algunas variantes;
- las figuras 3a-3e representan esquemáticamente algunas variantes adicionales;
- La figura 4 representa esquemáticamente un sistema de iluminación adicional como se describe en el presente documento;
- 10 La figura 5 representa el diagrama de cromaticidad uniforme de CIE 1976 ( $u'$ ,  $v'$ ) calculado usando el observador estándar 2° de CIE 1931 y el locus planckiano (obtenido a partir de <https://www.ecse.rpi.edu/~schubert/light-Emitting-Diodes-dot-org/chap18/F18-04%20u'v'%20Chromaticity%20diagram%20-%20planckian.jpg>, que se refiere a E.F. Schubert, Light-Emitting Diodes, Cambridge University Press) como se conoce en la técnica.
- 15 Los dibujos no están necesariamente a escala.

#### Descripción detallada de las realizaciones

20 La luz diurna a través de las ventanas da como resultado una iluminación que difiere de la iluminación interior con respecto al flujo, la temperatura de color, la direccionalidad, el contenido de información sobre las condiciones climáticas y el medio ambiente, y la dinámica. Debido a las asociaciones positivas y los posibles efectos beneficiosos sobre la salud y el bienestar, ha habido varios intentos de imitar los efectos de la luz diurna con sistemas artificiales de iluminación interior. Si bien el efecto de la luz gana en poder convincente al agregar más aspectos de la luz diurna, esto, en general, requiere una instalación de iluminación grande, complicada y costosa. Se propone una luminaria

25 suspendida simple y de bajo coste que recree los efectos de la luz diurna (alto flujo, CCT variable, gradientes y dinámica lenta) mediante la proyección de un cielo y un sol de baja resolución (pocos píxeles) en el techo. Se observa que la proyección también podría realizarse por un proyector, pero requeriría un proyector de alto rendimiento para imitar los efectos de la luz solar. Un proyector de fin general también tiene una resolución y velocidad que no son necesarias para proyectar imágenes de cielo que varían lentamente con un contenido de imagen bajo. Por lo tanto,

30 las realizaciones de la invención contienen medios simples y de bajo coste para proyectar las imágenes del cielo en el techo. En lugar de recrear espectros de luz solar y cielo exactos y realistas (el promedio de alrededor de 6000 K no siempre es agradable en un ambiente interior), también es una opción cambiar el valor promedio de CCT a, por ejemplo, 3000 K-4000 K, y usar cambios de CCT alrededor de este valor promedio para crear una impresión artificial del cielo. En lugar de proporcionar una imagen de proyección detallada y costosa del cielo, se propone usar una

35 imagen de resolución sustancialmente baja basada en gradientes sustancialmente suaves.

La figura 1a representa esquemáticamente una realización de un sistema de iluminación 1 como se describe en el presente documento. El sistema de iluminación 1 comprende al menos dos primeros subconjuntos SS1, SS2,... de primeras fuentes de luz 110 configuradas para proporcionar dos o más primeros haces de luz SL1, SL2,... en al menos

40 dos o más primeras direcciones diferentes. Por ejemplo, los dos o más primeros haces de luz SL1, SL2,... tienen un color seleccionado del grupo que consiste en luz amarilla, naranja, roja y blanca que tiene una temperatura de color correlacionada de menos de 6000 K. Como puede obtenerse de la figura 1a, el sistema de iluminación 1 puede iluminar un hemisferio o parte del mismo. En este caso, el cono en el que se dirige la luz tiene un ángulo de vértice de aproximadamente 45° (véase también a continuación) con más detalle en la figura 1b.

45 El sistema de iluminación 1 comprende además uno o más segundos subconjuntos AS1,... de una o más segundas fuentes de luz 210 configuradas para proporcionar uno o más segundos haces de luz AL1,... en una o más segundas direcciones. Por ejemplo, el uno o más segundos haces de luz AL1,... tienen un color seleccionado del grupo que consiste en luz morado, violeta, azul y blanca que tiene una temperatura de color correlacionada de más de 6000 K.

50 En este caso, se representa un segundo subconjunto AS1. El o los primeros subconjuntos están especialmente configurados para imitar al sol, y el o los segundos subconjuntos están especialmente configurados para imitar el cielo (azul celeste (A)).

55 El sistema 1 comprende además un sistema de control 20 configurado para controlar uno o más de (a) las intensidades de los dos o más primeros haces de luz SL1, SL2,..., respectivamente, (b) uno o más de los colores y las temperaturas de color correlacionadas de los dos o más primeros haces de luz SL1, SL2,..., respectivamente, (c) uno o más de (i) una o más intensidades del uno o más segundos haces de luz AL1,..., (respectivamente), y (ii) uno o más de los colores y las temperaturas de color correlacionadas del uno o más segundos haces de luz AL1,..., (respectivamente).

60 En unas realizaciones, el sistema de control 20 está configurado para controlar el color y la intensidad de una primera luz 111 (compuesta de uno o más primeros haces de luz) y/o una segunda luz 211 (compuesta de uno o más segundos haces de luz), y también la direccionalidad de la primera luz 111 (y opcionalmente también la segunda luz 211).

65 La referencia 1001 indica un techo, que está iluminado por la luz del sistema de iluminación 1.

El sistema 1 proporciona en la realización representada esquemáticamente la luz 111 y 211 en el techo 1001. Pueden

distinguirse diferentes regiones A1-A4. Por ejemplo, el haz de luz SL1 recibido en la región A1 puede tener un valor  $v'$  de al menos 0,47 (véase también la figura 5) y el haz de luz SL2 recibido en la región A4 también puede tener un valor  $v'$  de al menos 0,47, aunque este valor opcionalmente puede diferir del valor  $v'$  del haz de luz SL1. Si no se proporcionara el haz de luz AL1, las regiones A2 y A3 recibirán la luz que tiene un valor  $v'$  que oscila entre el valor  $v'$  de SL1 y el valor  $v'$  de SL2. Cuando también se proporciona el haz de luz AL1, la región A4 recibirá una luz que tiene un valor  $v'$  que oscila entre aproximadamente el valor  $v'$  del haz de luz SL2 y el valor  $v'$  del haz de luz AL1. En las regiones A2 y A3, se superponen los tres haces SL1, AL1 y SL2. De esta manera, puede obtenerse un gradiente de color. Por supuesto, los colores de las regiones pueden variar en el tiempo, ya que las intensidades de los tres haces SL1, AL1 y SL2 pueden variar en el tiempo. Sin embargo, un usuario puede, en las realizaciones, elegir también una configuración fija de la o las primeras fuentes de luz 110 y de la o las segundas fuentes de luz 210.

La figura 1b muestra esquemáticamente de manera sustancial el mismo dibujo, pero incluyendo ahora las direcciones de los haces de luz SL1, SL2 y AL1, que se indican con las líneas discontinuas SD1, SD2 y AD1, respectivamente. Las al menos dos direcciones diferentes SD1, SD2,... y la una o más segundas direcciones AD1,... están configuradas dentro de un cono virtual 30 que tiene un ángulo de vértice  $\alpha$  de 180° como máximo y un eje de cono virtual 31. En este caso, el ángulo de vértice  $\alpha$  es de aproximadamente 45°.

Una primera luz 111 está compuesta por el uno o más primeros haces de luz SL1, SL2,..., que no necesariamente pueden encenderse todos al mismo tiempo durante su uso. Una segunda luz 211 está compuesta por uno de más segundos haces de luz AL1,... Por lo tanto, el sistema de iluminación 1 está configurado para proporcionar una o más de (a) la primera luz 111 que comprende uno o más de dichos (uno o más) primeros haces de luz SL1, SL2,..., teniendo la primera luz 111 una distribución angular variable de uno o más de entre la intensidad, el color y la temperatura de color correlacionada, y (b) la segunda luz 211 que comprende uno o más de dichos uno o más segundos haces de luz AL1,..., teniendo la segunda luz 211 uno o más de entre una intensidad variable, un color variable y una temperatura de color correlacionada variable. La intensidad del segundo primer haz de luz SL2 sería cero y el primer haz de luz SL1 se reduciría por completo mientras que al aumentar la intensidad del segundo primer haz de luz SL2 habría un desplazamiento angular de la luz 111 de aproximadamente 45° (ángulo de vértice  $\alpha$ ). Las referencias O indican los ejes ópticos respectivos de los haces de luz SL1, AL1 y SL2.

La figura 1c representa esquemáticamente un ejemplo no limitativo de cómo el sistema de iluminación 1 puede ejecutar un programa. En primer lugar, el sistema de iluminación proporciona sustancialmente solo una segunda luz 211, proporcionada por el uno o más segundos haces de luz, en este caso, en correspondencia con las figuras 1a-1b, solo un único segundo haz de luz AL1. La intensidad puede ser baja. Esto puede referirse, por ejemplo, a una situación poco antes del amanecer. A continuación, en una etapa siguiente, el programa, es decir, el sistema de control, mantiene la segunda luz 211, opcionalmente con algo más de intensidad, pero ahora se desvanece en el primer haz de luz SL1. En esta etapa, la primera luz 111 puede consistir de este modo esencialmente en el primer haz de luz SL1. Posteriormente, puede introducirse gradualmente el segundo haz de luz SL2, y el primer haz de luz SL1 puede desvanecerse, lo que lleva a una etapa como se representa esquemáticamente en el dibujo inferior, donde solo está disponible el segundo primer haz de luz SL2, y por lo tanto la primera luz 111 puede consistir esencialmente en este primer haz de luz. Obsérvese que en una etapa intermedia, no representada, la primera luz 111 puede haber comprendido los dos primeros haces SL1 y SL2. También en la etapa final representada, todavía puede estar disponible la segunda luz 211.

La figura 1d representa esquemáticamente una realización, en la que el sistema de iluminación 1 comprende 3-20 primeros subconjuntos SS1, SS2, SS3,... y 2-10 segundos subconjuntos AS1, AS2,... En este caso, por medio de un ejemplo, se representan esquemáticamente 8 primeros subconjuntos SS (SS1-SS8) y 4 segundos subconjuntos AS (AS1-AS4).

La figura 2a representa esquemáticamente dos variantes del sistema de iluminación 1, en la izquierda colocada como una luminaria suspendida y en la derecha montada en el techo y proyectada a través de una superficie reflectante suspendida 2 al techo. Los sistemas de iluminación 1 están configurados en un espacio 1000, tal como una habitación. El término espacio puede referirse, por ejemplo, a (una parte de) un área de recepción, tal como un restaurante, un hotel, una clínica o un hospital, etc. El término "espacio" también puede referirse a (una parte de) una oficina, unos grandes almacenes, un almacén, un cine, una iglesia, un teatro, una biblioteca, etc. Sin embargo, el término "espacio" también se refiere a (una parte de) un espacio de trabajo en un vehículo, tal como la cabina de un camión, la cabina de un avión, la cabina de un buque (barco), la cabina de un automóvil, la cabina de una grúa, la cabina de un vehículo de ingeniería como un tractor, etc. El término "espacio" también puede referirse a (una parte de) un espacio de trabajo, como una oficina, una planta (de producción), una central de energía (como una central nuclear, una central de gas, una central de carbón, etc.), etc. Por ejemplo, el término "espacio" también puede referirse a una sala de control, una sala de seguridad, etc.

La figura 2b representa esquemáticamente una realización en la que el sistema de iluminación 1 comprende además una tercera fuente de luz 310 configurada para proporcionar un tercer haz de luz IL en una tercera dirección ID1, configurada fuera del cono virtual 30 (véase la figura 1b). La referencia 311 indica una segunda luz generada por una o más terceras fuentes de luz 310 que juntas proporcionan el tercer haz de luz IL.

Las figuras 3a-3e representan esquemáticamente una serie de variantes. La figura 3a representa esquemáticamente una matriz de LED con unos LED blanco cálido, blanco neutro y blanco azulado. Una lente más grande (o Fresnel) captura imágenes del patrón, por ejemplo, hasta el techo. La lente puede estar (ligeramente) desenfocada y/o puede combinarse con un difusor (débil) para evitar la visibilidad de los LED separados. La lente se indica con la referencia 5 315, y en este caso está configurada corriente abajo de todas las fuentes de luz 110, 210. Obsérvese que pueden crearse diferentes subconjuntos. La figura 3b representa esquemáticamente una matriz de LED que se divide en pequeñas cavidades de mezcla para permitir imágenes nítidas sin bordes coloreados. Las cavidades pueden incluirse corriente abajo de los difusores de fuentes de luz 320. En este caso, a modo de ejemplo, cada cavidad es un subconjunto. Sin embargo, también las fuentes de luz únicas pueden formar un subconjunto y/o unas fuentes de luz 10 en diferentes cavidades pueden formar un subconjunto. La figura 3c representa esquemáticamente una realización en la que los primeros subconjuntos SS están configurados corriente arriba de la lente 315, y los segundos subconjuntos AS no lo están. La figura 3d representa esquemáticamente la misma realización que la representada esquemáticamente en la figura 3c, pero ahora con un difusor 320 configurado corriente abajo del o los segundos subconjuntos AS. La figura 3e representa esquemáticamente una realización en la que la dirección de la luz se crea mediante un elemento óptico por LED (por ejemplo, una placa de lente). El cielo puede crearse por lentes de haz ancho (pueden ser todos idénticos) y el sol por ópticas de haz estrecho (dirigidas a diferentes direcciones).

La figura 4 representa esquemáticamente un sistema de iluminación en el que la direccionalidad o la dependencia angular de la intensidad se crean por uno o más elementos móviles. En este caso, un primer subconjunto está asociado de manera móvil, en este caso rotatoria, con el sistema de iluminación. Alternativa o adicionalmente, se proporciona una pluralidad de primeros subconjuntos móviles (tales como rotatorios). Alternativa o adicionalmente, se proporciona un segundo subconjunto móvil (tal como rotatorio). Alternativa o adicionalmente, se proporciona una pluralidad de segundos subconjuntos móviles (tales como rotatorios). Las realizaciones descritas anteriormente también pueden aplicarse al presente sistema de iluminación. La referencia 70 indica un accionador configurado para mover la una o más primeras fuentes de luz 110. El movimiento puede ser de tal manera que un eje óptico del haz de luz proporcionado por las fuentes de luz en la parte móvil esté configurado dentro de un cono virtual con un ángulo de vértice igual o menor que 180°, especialmente menor que 180°, tal como aproximadamente 135° o menos. Sin embargo, un usuario puede, en las realizaciones, elegir también una configuración fija de la o las primeras fuentes de luz 110 y de la o las segundas fuentes de luz 210. En este caso, la configuración fija puede, en las realizaciones, referirse tanto a las propiedades ópticas de la o las fuentes de luz como a la configuración de elementos móviles tales como las fuentes de luz móviles y/o la óptica móvil.

La CCT del cielo puede variar, por ejemplo, de blanco frío a azul, en función de si el cielo está despejado o nublado. Los intervalos típicos son:

35

6500-7500 K	Cielo nublado
9000-12000 K	Cielo azul

Para la luz solar directa, la CCT depende de la hora del día y la estación. Los valores típicos son

3200 K	Amanecer/atardecer
3400 K	1 hora desde el anochecer/amanecer
	Luz de día soleado alrededor del
5500 K	mediodía

40 El término "sustancialmente" del presente documento, tal como en "sustancialmente toda la luz" o en "consiste sustancialmente", se entenderá por un experto en la materia. El término "sustancialmente" también puede incluir realizaciones con "en su totalidad", "completamente", "todos", etc. Por lo tanto, en las realizaciones, el adjetivo también puede eliminarse sustancialmente. Cuando sea aplicable, la expresión "sustancialmente" también puede referirse a un 90 % o más, tal como el 95 % o más, en especial el 99 % o más, incluso más, en especial el 99,5 % o más, 45 incluyendo el 100 %. El término "comprende" incluye también realizaciones en las que el término "comprende" significa "consiste en". El término "y/o" se refiere, en especial, a uno o más de los elementos mencionados antes y después de "y/o". Por ejemplo, una frase "elemento 1 y/o elemento 2" y frases similares pueden relacionarse con uno o más de los elementos 1 y 2. La expresión "que comprende" puede referirse en una realización a "que consiste en" pero en otra realización también puede referirse a "que contiene al menos los objetos definidos y opcionalmente uno o más de 50 otros objetos".

Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Debe entenderse que los términos usados pueden intercambiarse en circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en el presente documento pueden funcionar en otras secuencias distintas de las descritas o 55 ilustradas en el presente documento.

Los dispositivos en el presente documento se describen, entre otros, durante la operación. Como quedará claro para un experto en la materia, la invención no se limita a los métodos de operación o a los dispositivos en operación.

5 Deberá observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran, en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la materia podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin desviarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier símbolo de referencia colocado entre paréntesis no deberá interpretarse como una limitación de la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o etapas que no sean los indicados en una reivindicación. El artículo "un" o "una" antes de un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. La invención puede implementarse por medio de hardware que comprende varios elementos distintos, y por medio de un ordenador adecuadamente programado. En las reivindicaciones del dispositivo, cuando se enumeran varios medios, varios de estos medios 10 pueden representarse mediante uno y el mismo elemento de hardware. El mero hecho de que se enumeren ciertas medidas en diferentes reivindicaciones recíprocamente dependientes no indica que no pueda usarse ventajosamente una combinación de tales medidas.

15 La invención se aplica además a un dispositivo que comprende una o más de las características de caracterización descritas en la descripción y/o mostradas en los dibujos adjuntos. La invención se refiere además a un método o proceso que comprende una o más de las características de caracterización descritas en la descripción y/o mostradas en los dibujos adjuntos.

20 Los diversos aspectos tratados en esta patente pueden combinarse con el fin de proporcionar ventajas adicionales. Además, un experto en la materia comprenderá que las realizaciones pueden combinarse y que también pueden combinarse más de dos realizaciones. Además, algunas de las características pueden formar la base de una o más aplicaciones divisionales.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de iluminación (1) que comprende

- 5 a. al menos dos primeros subconjuntos (SS1, SS2,...) de primeras fuentes de luz (110) configuradas para proporcionar una primera luz que comprende dos o más primeros haces de luz (SL1, SL2,...) en al menos dos o más primeras direcciones (SD1, SD2,...), en el que los dos o más primeros haces de luz (SL1, SL2,...) tienen un color seleccionado del grupo que consiste en amarillo, naranja, rojo y blanco con una primera temperatura de color correlacionada;
- 10 b. uno o más segundos subconjuntos (AS1,...) de una o más segundas fuentes de luz (210) configuradas para proporcionar una segunda luz que comprende uno o más segundos haces de luz (AL1,...) en una o más segundas direcciones (AD1,...), en el que el uno o más segundos haces de luz (AL1,...) tienen un color seleccionado del grupo que consiste en luz morado, violeta, azul y blanca que tiene una segunda temperatura de color correlacionada,
- 15 en el que uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la primera luz (111) es variable, en el que la intensidad de la primera luz (111) es variable y en el que uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la segunda luz (211) es variable, siendo la intensidad de la segunda luz (211) variable;
- 20 c. un sistema de control (20) configurado para controlar (i) una o más de (a) las intensidades de los dos o más primeros haces de luz (SL1, SL2,...) y (b) uno o más de los colores y las primeras temperaturas de color correlacionadas de los dos o más primeros haces de luz (SL1, SL2,...), y configurado para controlar (ii) uno o más de (c) una o más intensidades del uno o más segundos haces de luz (AL1,...) y (d) uno o más colores y segundas temperaturas de color correlacionadas del uno o más segundos haces de luz (AL1,...);

caracterizado por que

- 25 una o más de dicha primera luz (111) y dicha segunda luz (211) tienen una direccionalidad variable, y en el que la primera luz (111) tiene un valor  $v'$  de al menos 0,47 de acuerdo con CIE 1976 y en el que la segunda luz (211) tiene un valor  $v'$  más bajo; y estando el sistema de iluminación (1) configurado para proporcionar una o más de (a) dicha primera luz (111) que tiene una distribución angular variable de uno o más de entre intensidad, color y temperatura de color correlacionada, y (b) dicha segunda luz (211) que comprende uno o más de dichos uno o más segundos haces de luz (AL1,...).
- 30

2. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos dos primeras direcciones diferentes (SD1, SD2,...) y una o más segundas direcciones (AD1,...) están configuradas dentro de un cono virtual (30) que tiene un ángulo de vértice ( $\alpha$ ) más pequeño de  $180^\circ$  y un eje de cono virtual (31), en el que el sistema de control (20) está configurado para cambiar gradualmente la intensidad de la primera luz (111) desde un lado del eje de cono virtual (31) a otro lado del eje de cono virtual (31) controlando las intensidades de los dos o más primeros haces de luz (SL1, SL2,...).

35

3. El sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 2, configurado para proporcionar un cambio angular máximo de la primera luz (111), en el que el sistema de control (20) está configurado para ejecutar dicho cambio angular máximo en un mínimo de 2 horas.

40

4. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 2-3, que comprende además una tercera fuente de luz (310) configurada para proporcionar un tercer haz de luz (IL) en una tercera dirección (ID1) diferente de las al menos dos o más primeras direcciones diferentes (SD1, SD2,...) y la una o más segundas direcciones (AD1,...), configuradas fuera del cono virtual (30).

45

5. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-4, que comprende al menos dos segundos subconjuntos (AS1, AS2,...) de segundas fuentes de luz (210) configuradas para proporcionar dos o más segundos haces de luz (AL1, AL2,...) en dos o más segundas direcciones (AD1, AD2,...), proporcionando de este modo una segunda luz (211) que tiene una distribución angular variable de uno o más de entre intensidad, color y temperatura de color correlacionada.

50

6. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-5, que comprende 3-20 primeros subconjuntos (SS1, SS2, SS3,...) y 2-10 segundos subconjuntos (AS1, AS2,...).

55

7. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6, en el que los dos o más primeros haces de luz (SL1, SL2,...) tienen un color de luz blanca que tiene unas primeras temperaturas de color correlacionadas de menos de 5500 K, en el que las primeras temperaturas de color correlacionadas de al menos dos de los dos o más primeros haces de luz (SL1, SL2,...) difieren en al menos 500 K, y en el que opcionalmente el uno o más segundos haces de luz (AL1,...) tienen un color de luz blanco que tiene una o unas segundas temperaturas de color correlacionadas de más de 6500 K.

60

8. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera luz (111) tiene un valor  $v'$  de al menos 0,475 de acuerdo con CIE 1976.

65

- 5 9. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un sistema de control (20) está configurado para variar una o más de (a) una distribución angular de la intensidad de la primera luz (111), (b) una distribución angular de uno o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la primera luz (111), (c) una distribución angular de la intensidad de la segunda luz (211), (d) una distribución angular de una o más de entre el color y la temperatura de color correlacionada de la segunda luz (211), en función de uno o más de entre el tiempo, una señal de GPS y una entrada de sensor de luz diurna.
- 10 10. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera luz (111) tiene una variable, una temperatura de color correlacionada variable en al menos un intervalo de 3500-5000 K, en el que un sistema de control (20) está configurado para variar gradualmente la temperatura de color correlacionada de la primera luz (111) desde un primer mínimo a través de un primer máximo a un segundo mínimo, con un cambio mínimo de al menos 500 K hacia arriba y un cambio mínimo de al menos 500 K hacia abajo.
- 15 11. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda luz (211) tiene una variable, una temperatura de color correlacionada variable en al menos un intervalo de 6500-8000 K, en el que un sistema de control (20) está configurado para cambiar gradualmente la temperatura de color correlacionada de la segunda luz (211) controlando la temperatura de color correlacionada del uno o más segundos haces de luz (AL1,...).
- 20 12. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la una o más primeras fuentes de luz (110) y la una o más segundas fuentes de luz (210) comprenden unas fuentes de luz de estado sólido (10), y en el que el número total de fuentes de luz de estado sólido (10) es como máximo 5000.
- 25 13. El sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una o más de (i) una lente (315), configurada corriente abajo de la una o más primeras fuentes de luz (110), configurada corriente abajo de una o más de la una o más segundas fuentes de luz (210), o configurada corriente abajo de la una o más primeras fuentes de luz (110) y una o más de las segundas fuentes de luz (210), y (ii) un difusor (320), configurado corriente abajo de la una o más primeras fuentes de luz (110), configurado corriente abajo de una o más de la una o más segundas fuentes de luz (210), o configurado corriente abajo de una o más primeras fuentes de luz (110) y una o más de las segundas fuentes de luz (210).
- 30 14. El uso del sistema de iluminación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para imitar un cielo proporcionando una o más de (a) la primera luz (111) y (b) la segunda luz (211) en un techo (1001).

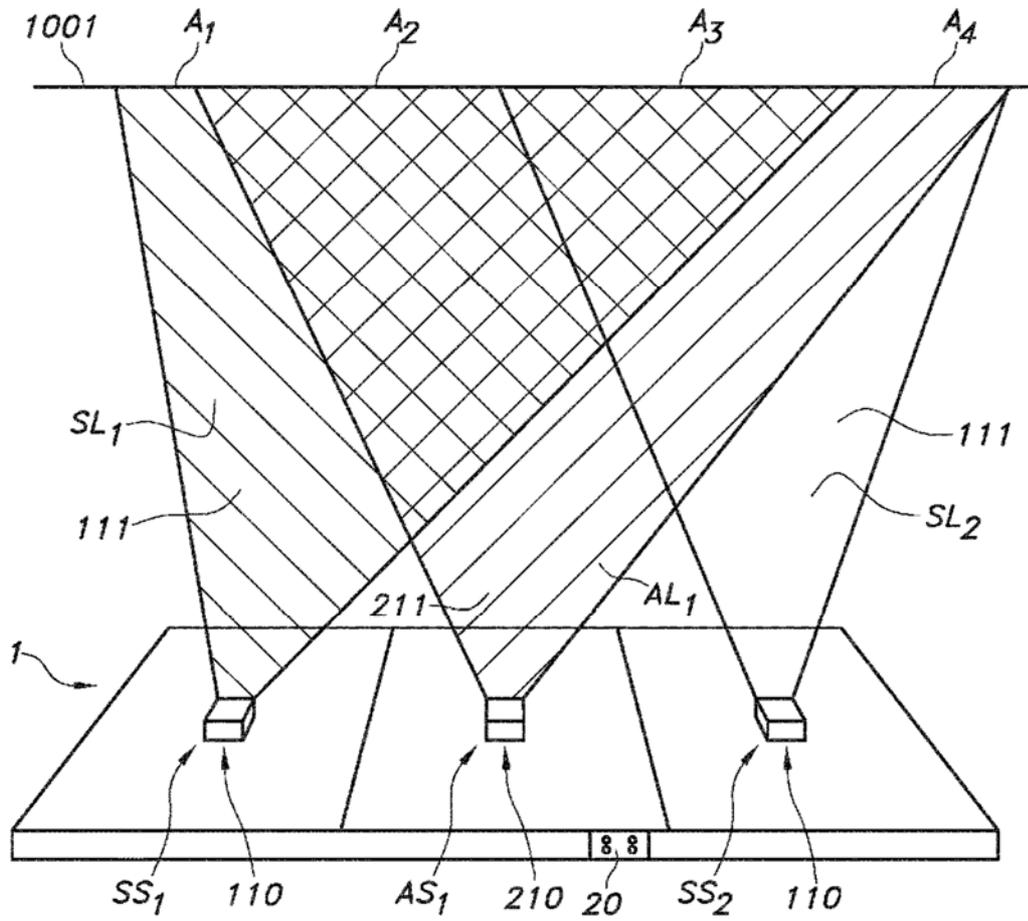


FIG. 1A

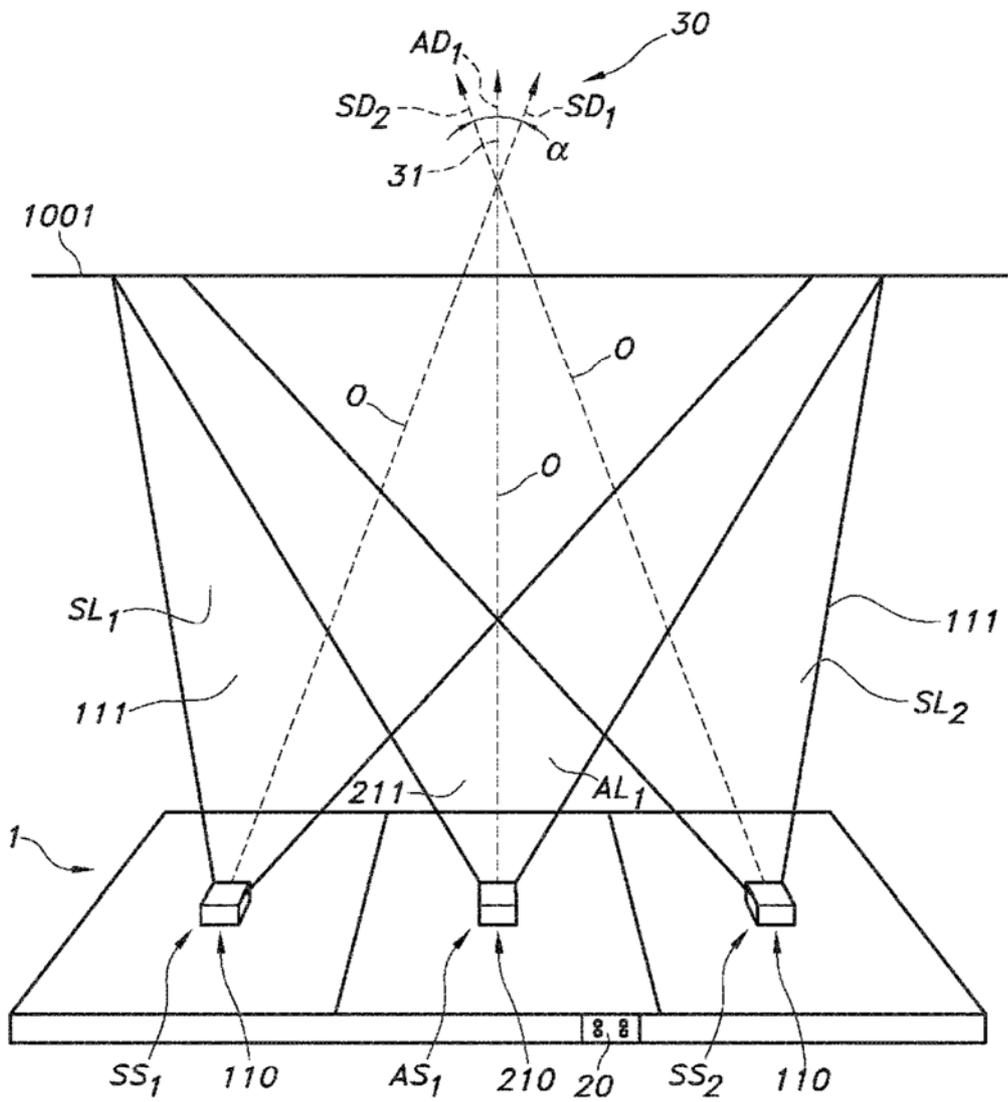


FIG. 1B

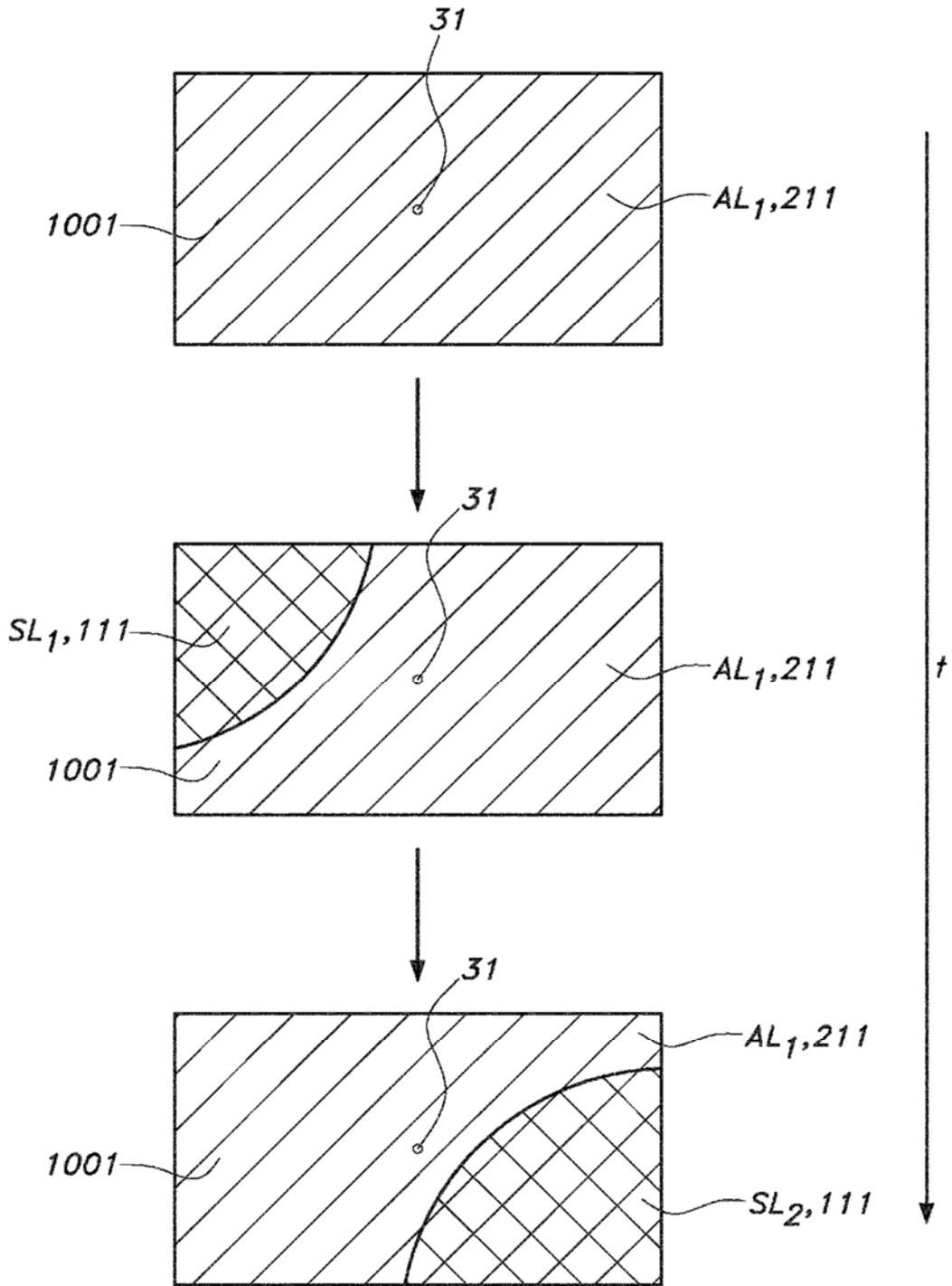


FIG. 1C

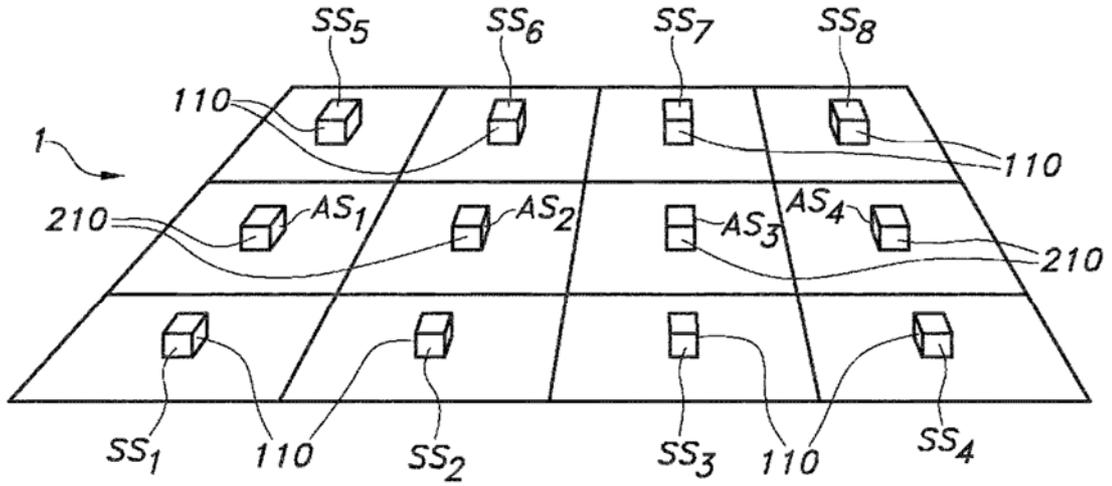


FIG. 1D

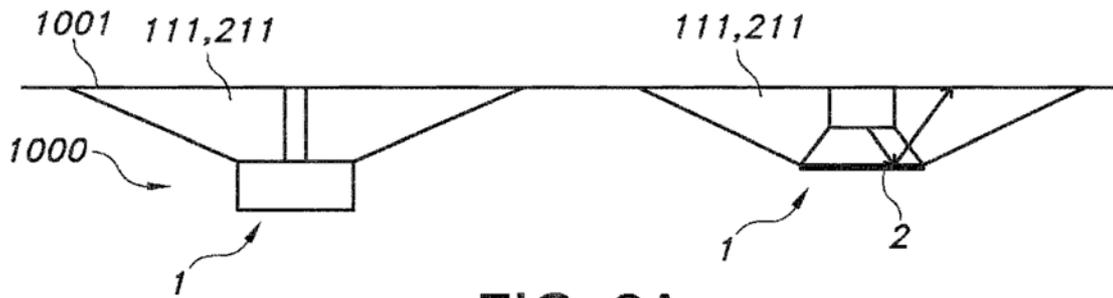


FIG. 2A

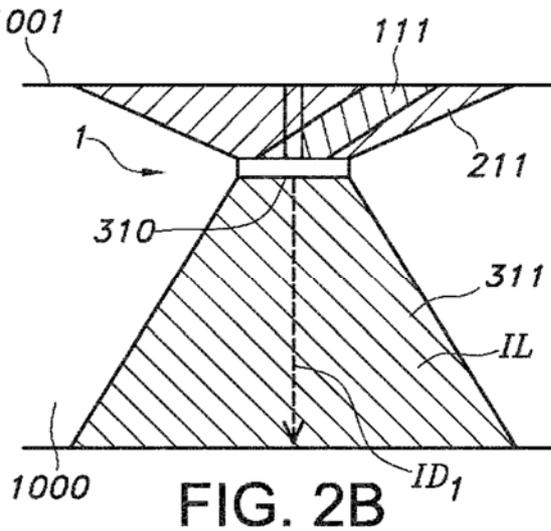


FIG. 2B

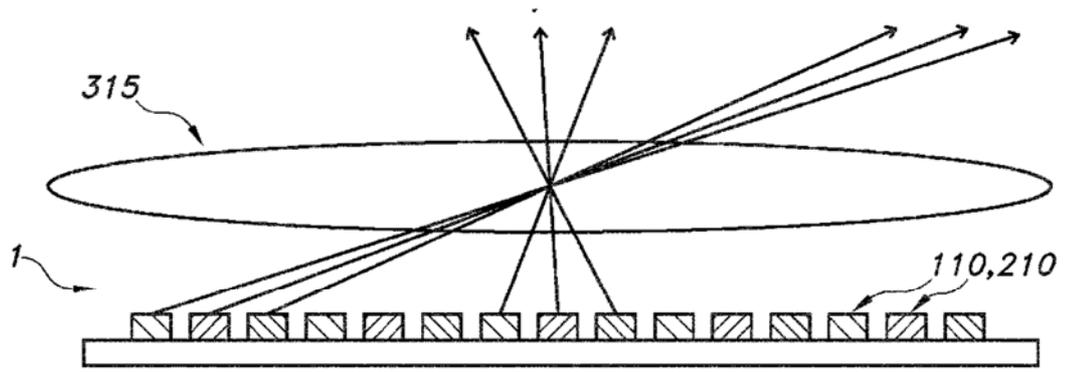


FIG. 3A

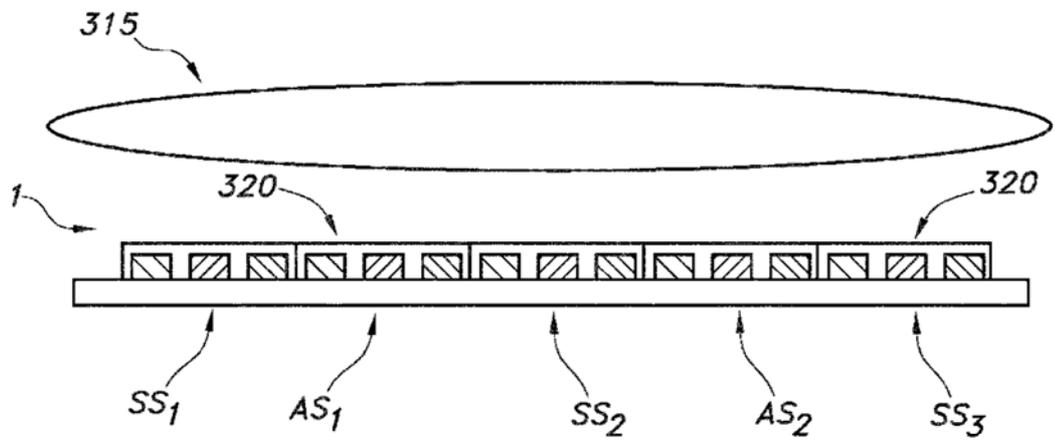


FIG. 3B

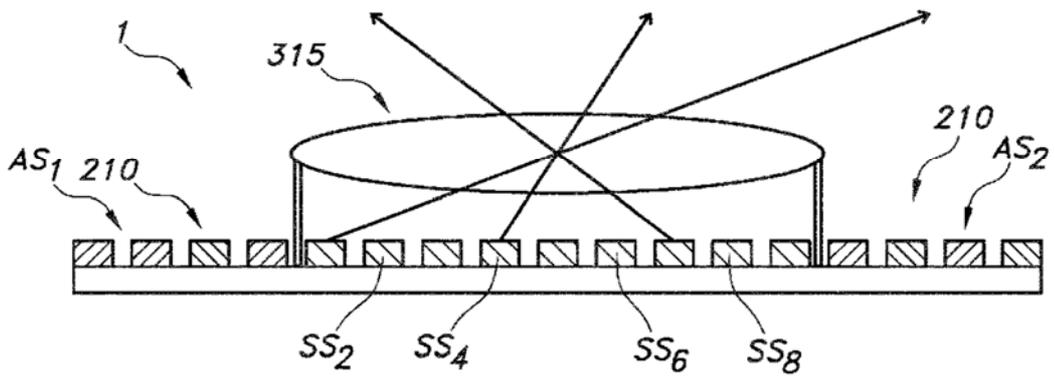


FIG. 3C

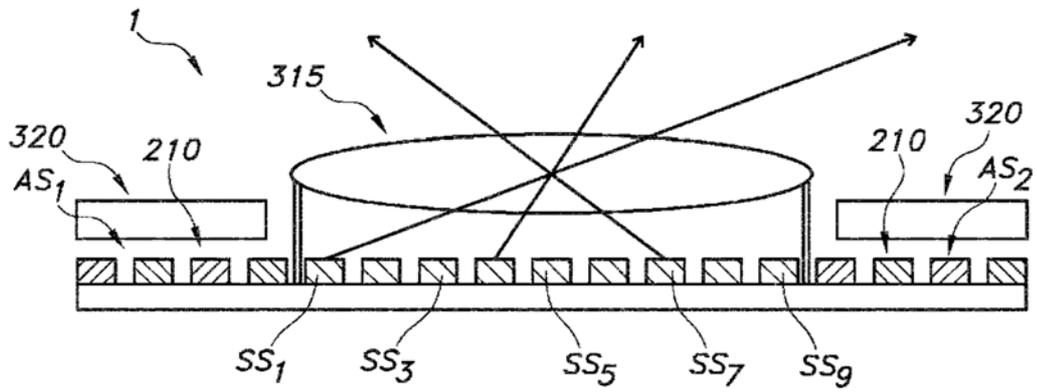


FIG. 3D

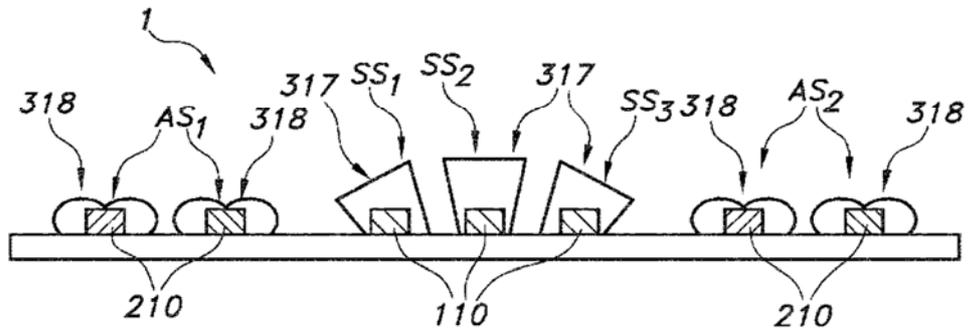


FIG. 3E

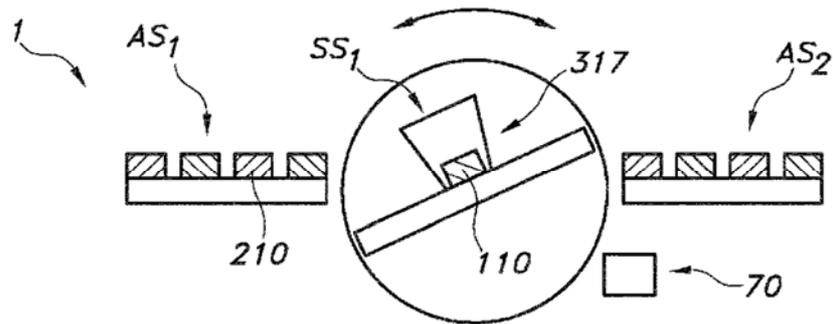


FIG. 4

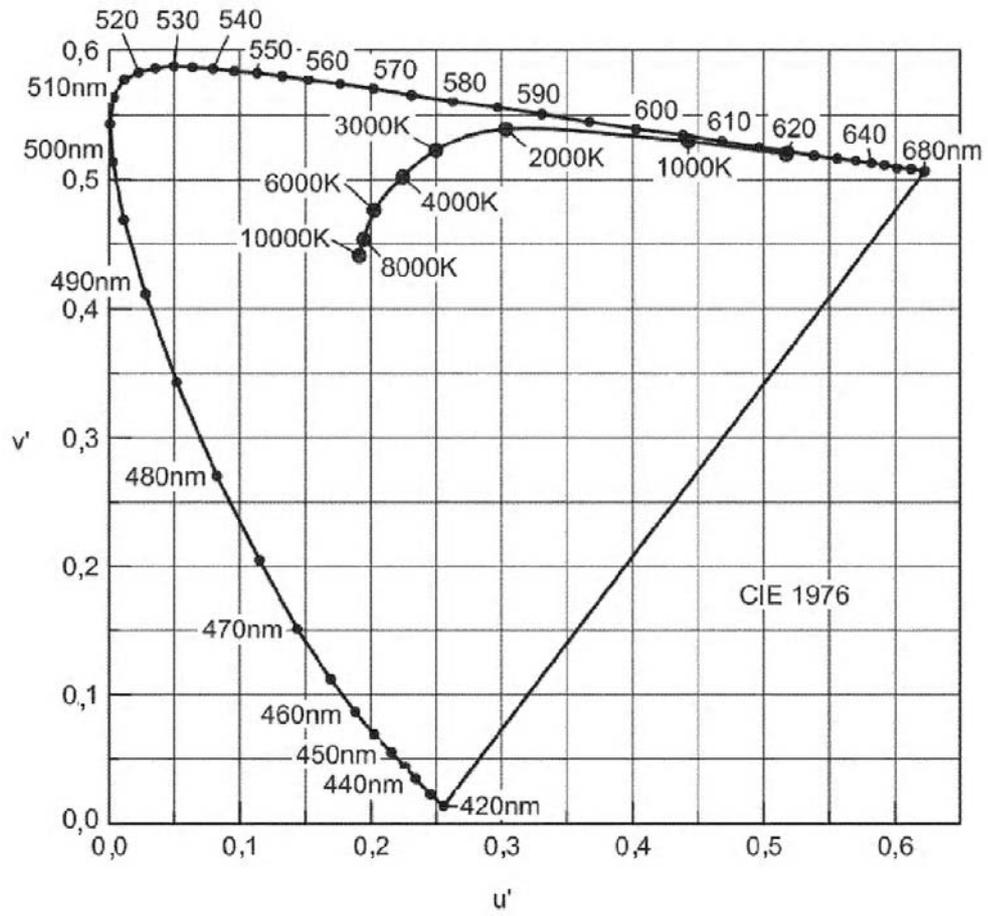


FIG. 5