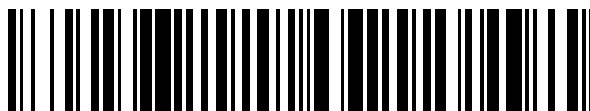


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 926**

51 Int. Cl.:

G02F

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2008** **E 08738079 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013** **EP 2147349**

54 Título: **Sistema de disposición de LED**

30 Prioridad:

10.05.2007 EP 07107904

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

25.10.2013

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

BOONEKAMP, ERIK y
VALSTER, ADRIAAN

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 426 926 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de disposición de LED.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a paquetes de diodos emisores de luz (LED) incorporados en material similar al vidrio.

10 Antecedentes de la invención

Actualmente se fabrican con fines arquitectónicos elementos emisores de luz que comprenden paquetes de diodos emisores de luz (LED) incorporados en vidrio. En estos elementos, se intercalan disposiciones de LED bidimensionales entre dos placas de vidrio laminadas mediante un polímero, habitualmente PVB (polivinilbutiral). Los paquetes de LED se fijan sobre una placa de vidrio sobre la que está presente un patrón de conductores para proporcionar la corriente para los paquetes de LED. La construcción anterior es beneficiosa puesto que confiere durabilidad a la construcción, de manera que el campo de uso aumenta:

Un problema que está presente para los LED incrustados totalmente en un medio similar al vidrio es que la reflexión interna total (TIR) se produce en la interfase entre la superficie de vidrio y el aire circundante. Una consecuencia es que la luz con ángulos mayores que el ángulo crítico se refleja totalmente en la interfase de vidrio/aire, dando como resultado una eficiencia óptica de aproximadamente el 41%. La luz reflejada totalmente se absorbe en el sistema de vidrio/PVB/vidrio (tras múltiples reflexiones internas). Un problema adicional es que el brillo de los paquetes de LED es alto ($1-10 \text{ MCd/m}^2$), lo que da como resultado que por ejemplo las paredes de vidrio que incorporan paquetes de LED presenten una baja comodidad visual con múltiples fuentes de luz deslumbrante. Además, los paquetes de LED de emisión superior disponibles comercialmente son normalmente bastante gruesos ($>0,8 \text{ mm}$), y por consiguiente es necesario que la capa de PVB sea gruesa. Esto da como resultado un aumento de coste y contribuye a un color parduzco de la estructura de vidrio, debido a las propiedades ópticas del PVB. En el caso de paquetes de LED aislados en un apilado de vidrio grande toda la luz reflejada totalmente se absorbe finalmente. Además, a densidades de paquete de LED relativamente altas (por ejemplo $>0,5 \text{ cm}^{-2}$) podría dispersarse luz reflejada totalmente a paquetes vecinos, conduciendo a un desacoplamiento de luz imprevisible.

La presente invención tiene como objetivo aliviar los inconvenientes anteriores en sistemas de la técnica anterior.

El documento EP 1.701.204 da a conocer un sistema de disposición de LED que comprende al menos un paquete de LED, dispuesto en un sustrato dotado de medios para suministrar al paquete de LED una tensión de excitación, en el que el al menos un paquete de LED comprende un paquete de LED de emisión lateral para la emisión de luz esencialmente paralela a una superficie del sustrato y el sistema comprende al menos una estructura de desacoplamiento.

40 Sumario de la invención

La presente invención tiene como objetivo aliviar los problemas anteriores proporcionando un sistema de disposición de LED según la reivindicación 1.

El sistema de disposición de LED inventivo desacopla luz de manera eficaz, y por tanto aumenta la eficiencia óptica en comparación con sistemas convencionales. El uso de estructuras de desacoplamiento, que forman de manera eficaz fuentes de luz virtuales, es una manera conveniente de reducir el brillo alto molesto facilitando la distribución de luz (procedente de unos pocos paquetes de LED con brillo alto) por una disposición grande de fuentes de luz virtuales. El uso de paquetes de LED de emisión lateral, debido a que son más delgados que los paquetes de LED de emisión superior, disminuye la cantidad requerida de material en la capa de soporte. Esto reduce los costes así como mejora el aspecto visual del sistema de disposición de LED. Además, el uso de estructuras de desacoplamiento proporciona un sistema versátil y flexible que se adapta fácilmente para una aplicación específica.

En una o más realizaciones una capa superior puede estar dispuesta de tal manera que intercala dicha capa de soporte entre la capa superior y el sustrato. La capa superior puede servir como protección frente a daños para aumentar la vida útil del sistema de disposición de LED. La luminaria transparente resultante es atractiva visualmente y el sistema inventivo hace posible integrar elementos emisores de luz en superficies transparentes.

El sustrato y la capa superior pueden estar fabricados de vidrio y la capa de soporte puede estar fabricada de PVB o una resina. La combinación de vidrio y PVB o resinas se conoce ampliamente dentro del campo del vidrio laminado.

En una o más realizaciones las estructuras de desacoplamiento pueden estar dispuestas sobre una superficie de la capa superior, orientadas hacia la capa de soporte. Esta disposición hace posible conseguir una producción eficiente del sistema de disposición de LED. Las estructuras de desacoplamiento también pueden estar dispuestas sobre una superficie del sustrato orientada hacia la capa de soporte. La disposición de estructuras de desacoplamiento sobre

esta superficie tiene una ventaja de procesamiento/producción puesto que la posible contaminación que resulta de la disposición de las estructuras de desacoplamiento no afectará a la unión de los LED.

Las estructuras de desacoplamiento pueden serigrafarse, y el uso de estructuras serigrafiadas es ventajoso en cuanto a velocidad de producción y costes de producción.

Existen diversas alternativas para las estructuras de desacoplamiento, que incluyen, pero no se limitan a, el grupo que consiste en tinta luminiscente; colorantes luminiscentes que contienen partículas poliméricas; pigmentos de interferencia, tales como escamas de mica revestidas de TiO_2 ; óxidos de índice de refracción alto, tales como ZrO_2 ; pigmentos de color, tales como Fe_2O_3 ; materiales fotocromáticos; partículas con porosidad cerrada, tal como esferas huecas, o cualquier material similar o combinación de los mismos. Existen numerosas alternativas para la construcción de las estructuras de desacoplamiento puesto que pueden usarse materiales que pueden propagar, reflejar, refractar y/o absorber y volver a emitir luz de manera adecuada. Por ejemplo, la distribución de estructuras de desacoplamiento puede estar dispuesta para producir una distribución de luz uniforme sobre una superficie. Alternativamente, pueden estar dispuestas para formar un patrón, tal como un logotipo, una determinada conformación, etc.

Según la invención se forma un entrehierro delgado entre la cara emisora de luz del paquete de LED y la capa de soporte. Debido al entrehierro entre la cara emisora de luz del paquete de LED y el entorno de vidrio/PVB se captura toda la luz en el apilado de vidrio/PVB/vidrio mediante TIR, lo que significa que el desacoplamiento de luz puede controlarse a un grado mayor. El entrehierro puede formarse proporcionando un capuchón transparente por encima del paquete de LED. El capuchón puede estar formado además de PMMA, vidrio o un material cerámico.

El sistema de disposición de LED puede incorporarse a un sistema de iluminación.

Un método para producir un sistema de disposición de LED según la descripción anterior comprende las etapas descritas en la reivindicación 11.

El método también puede comprender la etapa de disponer una capa superior de tal manera que intercala la capa de soporte entre la capa superior y el sustrato.

Descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de un sistema de iluminación conocido, usando paquetes de LED de emisión superior.

La figura 2 es una vista en sección transversal esquemática de una primera realización de la presente descripción.

La figura 3 es una vista en sección transversal esquemática de una segunda realización de la presente descripción.

La figura 4 es un diagrama que muestra una distribución de luz típica emitida por un paquete de LED de emisión lateral incorporado a una realización de las figuras 2 y 3.

La figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de una tercera realización de la presente invención.

La figura 6 es una vista en sección transversal esquemática de la aplicación de un sistema inventivo a estantes.

La figura 7 es una vista en sección transversal esquemática de la aplicación de un sistema inventivo a paredes de separación/paredes decorativas.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La figura 1 ilustra esquemáticamente una parte de un sistema 2 de la técnica anterior en el que están dispuestos paquetes 4 de LED de emisión superior de Lambert en un sustrato 6 de placa de vidrio. En el sustrato 6 están presentes conductores 8 transparentes, que proporcionan corriente a los paquetes 4 de LED de emisión superior. Los paquetes 4 de LED de emisión superior se intercalan entre el sustrato 6 y una placa 10 de vidrio superior y están incrustados en un polímero 12, generalmente polivinilbutiral (PVB), polímero 12 que también proporciona la fuerza adhesiva que sujeta las placas 6, 10 de vidrio una con otra. El índice de refracción del PVB es similar al del vidrio y en los cálculos que se describirán a continuación se fijará a 1,50. La altura aproximada, H, del sistema intercalado es de manera general de aproximadamente 7-8 mm. El sistema está rodeado generalmente por aire 14. Las flechas A indican la luz que abandona el LED 4 y la flecha A' indica la luz que experimenta reflexión interna total.

La eficiencia óptica, η , es decir, la cantidad de luz que abandona la superficie 10 de vidrio superior dividida entre la cantidad total de luz emitida desde el paquete 4 de LED de emisión superior, es baja para el sistema 2 de la técnica anterior. La baja eficiencia óptica esperada cuando se sumergen paquetes de LED en un apilado de polímero/vidrio puede calcularse de manera bastante sencilla usando el esquema de ecuación 1.

$$P_1 = 4\pi \int_0^{\alpha_c} I_0 \cos(\alpha) \sin(\alpha) d\alpha$$

$$P_2 = 4\pi \int_0^{\pi/2} I_0 \cos(\alpha) \sin(\alpha) d\alpha$$

5 ec. 1

$$\eta_{Lambert, corregido} \approx \frac{P_1}{P_2} * \left(1 - \left(\frac{n-1}{n+1} \right)^2 \right) * 100\%$$

$$\alpha_c = \arcsen\left(\frac{1}{n}\right)$$

10 α_c ángulo crítico

I_0 intensidad de la luz emitida en perpendicular a la cara emisora de luz del paquete de LED (cd)

15 n índice de refracción ($n_{\text{vidrio}} \approx n_{\text{PVB}} = 1,50$)

Para un índice de refracción de $n \sim 1,50$, aproximadamente el 60% de la luz se absorbe dentro el sistema para un LED emisor de Lambert. Sólo la luz dentro del denominado cono de escape ($\alpha < \alpha_c$) contribuye al flujo emitido desde el sistema 2 de la técnica anterior. La mayoría de los paquetes de LED producen un haz ancho (casi de Lambert) y las pérdidas son grandes cuando se incorporan en medios de índice de refracción alto.

20 En la situación anterior el flujo emitido se emite por un ángulo espacial de 2π . Sin embargo, para fines de iluminación, el deslumbramiento es inaceptable. En este contexto, deslumbramiento corresponde a la luz emitida fuera de un cono de radiación preferido, definido por 2ψ en las figuras. Una guía general es mantener la luminancia del sistema de iluminación por debajo de 500-1000 cd/m² para ángulos $\psi > 60$ grados. Para un paquete de LED típico que genera 10 lm desde una superficie de 5 mm², la luminancia sobre todo el hemisferio es ~ 1 Mcd/m² tal como se calculó usando la ecuación 2.

$$\frac{\Phi}{S} = \pi L$$

ec. 2

30 Φ flujo emitido (lm)

S superficie emisora (m²)

35 L luminancia (cd/m²)

Para fines de aclaración, una definición de un paquete 104; 204 de LED de emisión lateral tal como se usa en el presente documento es que el/los plano(s) 150; 250 emisor(es) de luz del paquete de LED de emisión lateral es/son esencialmente y sustancialmente perpendicular(es) al/a los plano(s) 160; 260 de salida del sistema de disposición de LED (figuras 2 y 3).

40 Una distribución angular típica de la luz emitida por un paquete 104; 204 de LED de emisión lateral incorporado en un sistema de disposición de LED ilustrado en las figuras 2 y 3, que va a describirse a continuación, se ilustra en la figura 4, en la que la dirección cero corresponde a una dirección paralela a la cara 150; 250 emisora de luz del paquete 104; 204 de LED de emisión lateral y normal al plano 160; 260 de salida del sistema, tal como se observa por el usuario ilustrado en la figura 2. En la figura 4 sólo se representa la luz emitida hacia el lado del observador en la figura 2. El área indicada mediante AD corresponde a la cantidad de luz que sale del sistema directamente del paquete 104; 204 de LED de emisión lateral, y el área indicada mediante AT indica la cantidad total de luz emitida desde las estructuras 116; 216 de desacoplamiento. Queda claro que la luz dirigida AD sólo constituye una pequeña parte de la cantidad total AT, generalmente no lo suficientemente grande para provocar deslumbramiento.

45 Obsérvese que incluso si todavía el brillo es alto, toda la luz se distribuye por debajo del horizonte del observador (correspondiente a 0°).

50

Las figuras 2 y 3 muestran una vista esquemática de una primera y una segunda realización, respectivamente, de un

sistema. Ambos sistemas comprenden dos capas de vidrio, una capa 106; 206 de sustrato y una capa 110; 210 superior, intercalando una capa 112; 212 de soporte intermedia de polivinilbutiral. Los paquetes 104; 204 de LED de emisión lateral están dispuestos en la capa 106; 206 de sustrato y se suministra potencia a cada paquete de LED por medio de conductores transparentes fabricados de, por ejemplo, óxido de indio y estaño (ITO) o SnO_2 dopado con F. Alternativamente, en determinadas aplicaciones podrían usarse conductores no transparentes delgados, tales como conductores de Cu. La instalación de conductor no se muestra en las figuras 2 y 3. Las flechas 114; 214 indican la dirección de I_0 , es decir la luz emitida en perpendicular a la cara 150; 250 emisora de luz (lado generador de luz) del paquete 104; 204 de LED de emisión lateral. Aunque la mayoría de los paquetes 104; 204 de LED de emisión lateral emiten luz con una distribución de Lambert (tal como se indica mediante las flechas de puntos en las figuras 2 y 3), la dirección principal de la luz emitida (indicada mediante I_0 y las flechas 114; 214) para paquetes de LED de emisión lateral es paralela a la capa 106; 206 de sustrato.

Las estructuras 116; 216 de desacoplamiento serigrafiadas fabricadas de material luminiscente, tal como YAG:Ce, pigmento blanco, tal como TiO_2 , materiales similares o una combinación de los mismos están dispuestas en una superficie interna (es decir orientada hacia la capa de soporte) de cualquiera de las capas de vidrio. Se ha establecido usando técnicas de trazado de rayos que el 85% de la luz emitida total se guía mediante reflexiones internas totales (TIR) a través de la estructura de vidrio/PVB. En ausencia de estructuras 116; 216 de desacoplamiento esta luz se transformaría finalmente en calor (absorbido), y por tanto sería esencialmente inútil. En un sistema la luz emitida por un paquete 104; 204 de LED de emisión lateral y retenida mediante TIR encontrará finalmente una estructura 116; 216 de desacoplamiento y saldrá del sistema. En particular se observará que la luz emitida total de un único paquete de LED se distribuirá por diversas estructuras de desacoplamiento, con las ventajas asociadas descritas anteriormente.

Obsérvese que no tiene que haber una interrelación entre la posición de paquetes 104; 204 de LED de emisión lateral y estructuras 116; 216 de desacoplamiento. Los paquetes 104; 204 de LED de emisión lateral proporcionarán la luz y la configuración, tamaño, forma y distribución de las estructuras 116, 216 de desacoplamiento determinarán el aspecto visual del sistema.

La figura 5 ilustra una tercera realización de la presente invención. En esta realización se ha dispuesto un capuchón 318 por encima de cada paquete 304 de LED de emisión lateral para crear un entrehierro 320 delgado entre la cara 350 emisora de luz del paquete 304 de LED y la capa 312 de soporte. Esta construcción da como resultado que toda la luz se captura en el apilado de vidrio/PVB/vidrio mediante TIR, lo que significa que el desacoplamiento de luz puede controlarse en un grado mayor. El capuchón 318 puede construirse de varias maneras diferentes y mediante diversos materiales transparentes, tales como PMMA, vidrio o material cerámico. El entrehierro 320 es generalmente muy delgado, del orden de 10-100 μm .

La figura 6 muestra un esquema de un sistema de estantes en el que se ha usado el sistema inventivo. Puesto que las caras 450 emisoras de luz de los paquetes 404 de LED de emisión lateral están orientados hacia la pared 420, no hay riesgo de que luz directa alcance a un espectador, es decir se elimina el deslumbramiento.

La figura 7 muestra una pared decorativa en la que se ha usado el sistema inventivo. Un sistema según la figura 7 emitirá luz a ambos lados.

Las aplicaciones anteriores ilustran el uso de la invención para crear fuentes de luz virtuales para las que el área total de las estructuras de desacoplamiento es mucho mayor que el área del paquete de LED original (en varios órdenes de magnitud). De esta manera se disminuye el brillo del sistema drásticamente (véase la ec. 2).

El sistema es altamente versátil y siguen algunos ejemplos adicionales. Por ejemplo patrones serigrafiados de puntos blancos en una o ambas capas (106, 110; 206, 210; 306, 310) de vidrio son eficaces para desacoplar la luz. Sin embargo, también pueden preverse otras estructuras ópticas (por ejemplo elementos de refracción). Puede diseñarse una pared emisora de luz uniforme mediante la elección apropiada de la configuración de disposición de LED (hexagonal, cuadrada, etc.) y el tamaño y la densidad de puntos de las estructuras ópticas. Los paquetes 104; 204; 304; 404 de LED de emisión lateral pueden ser blancos (fósforo convertido) o de color (RGBA) o una mezcla de diversos colores de LED. El patrón de puntos puede imprimirse por toda la superficie de vidrio o sólo en una parte de las capas 106, 110; 206, 210; 306, 310 de vidrio. No existe la necesidad de solapamiento entre la posición del paquete de LED y el patrón de puntos.

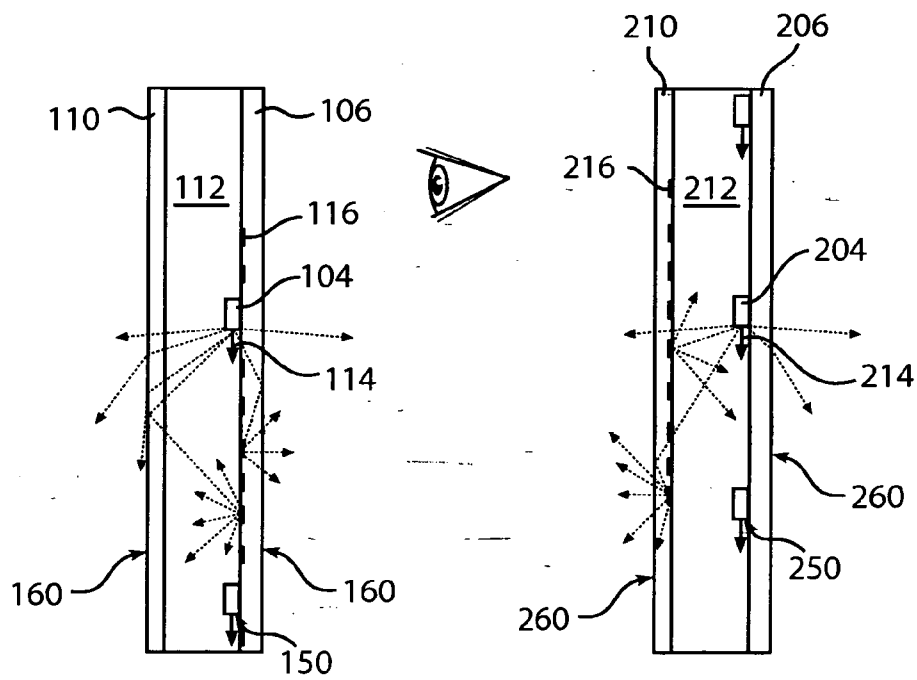
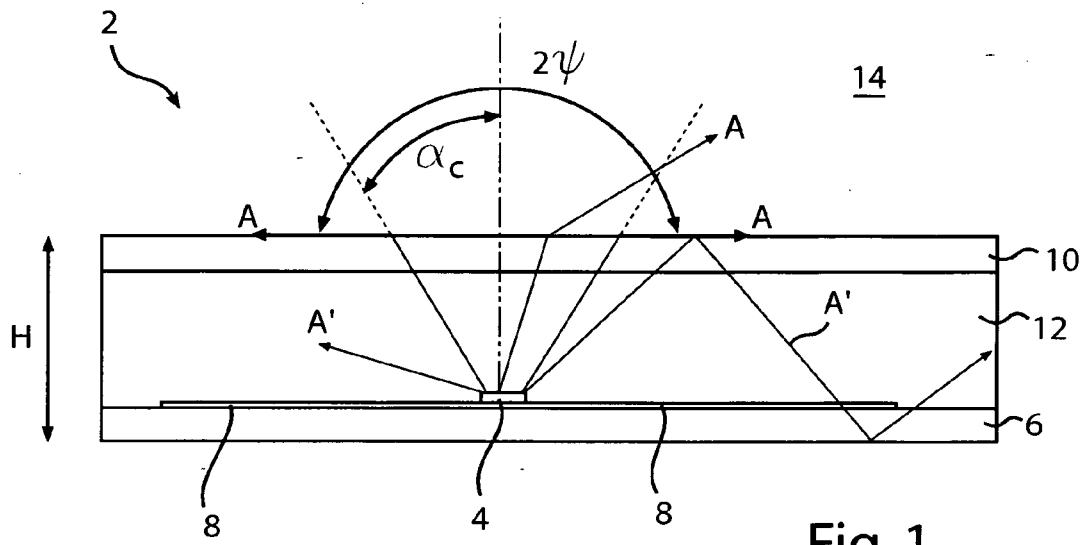
Cuando un observador mira hacia uno de los dos lados del sistema (véase por ejemplo la figura 2) puede calcularse una distribución de luz, compuesta por luz que procede directamente de los paquetes 104 de LED y por luz (indirecta) que procede de las estructuras 116 de desacoplamiento. Ahora, pueden proponerse varias aplicaciones, en las que sólo luz indirecta alcanza el ojo. Esta luz indirecta procede de una superficie mucho mayor (en comparación con la superficie emisora de los paquetes de LED) y tiene un brillo que puede ajustarse fácilmente hacia un nivel aceptable/requerido.

El sistema también puede comprender paquetes de LED emisores de luz azul (o de UV cercano) combinados con un patrón de fósforo para generar luz blanca o de color. Para ajustar la CCT (temperatura correlacionada con el color)

- de la luz puede usarse una mezcla de fósforo (por ejemplo YAG:Ce) y pigmento blanco (por ejemplo TiO_2). Las estructuras 116; 216; 316 de desacoplamiento no se limitan a un patrón de puntos blancos regular (o patrón de fósforo). Además pueden aplicarse rayas blancas (o que contienen fósforo), dando como resultado fuentes de luz 2D virtuales. Las estructuras 116, 216, 316 de desacoplamiento emiten generalmente luz hacia ambas direcciones de las capas de vidrio, y por tanto del sistema. Para limitar la emisión de luz a sólo un lado, pueden realizarse estructuras 116; 216; 316 de desacoplamiento mediante un patrón de metal sobre la superficie de las capas 106, 110; 206, 210; 306, 310 de vidrio con una capa reflectante blanca que sigue el mismo patrón en la parte superior.
- 5
- Las estructuras 116; 216; 316 de desacoplamiento también pueden estar dispuestas/distribuidas/dispersadas de igual modo en la capa de soporte, siendo un ejemplo esferas pequeñas con un diámetro de 10-100 veces la longitud de onda de la luz y teniendo un índice de refracción diferente al de PVB. Las esferas provocarán la dispersión de Mie y por tanto desacoplarán la luz del sistema. El control de la emulsión de partículas de dispersión en el interior de la capa de soporte permite una iluminación o bien homogénea o bien con un patrón.
- 10
- La invención descrita es relevante para paredes de separación, paredes decorativas, estantes, así como para sistemas de iluminación en general.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Sistema de disposición de LED que comprende al menos un paquete (304; 404) de LED, dispuesto en un sustrato (306) dotado de medios para suministrar al paquete (304; 404) de LED una tensión de excitación, e incrustado en una capa (312) de soporte,
en el que el al menos un paquete (304; 404) de LED comprende un paquete de LED de emisión lateral, para la emisión de luz esencialmente paralela a una superficie del sustrato (306) y comprendiendo el sistema al menos una estructura (316) de desacoplamiento que refleja/dispersa la luz emitida fuera de la capa (312) de soporte y en el que una cara (350) emisora de luz del paquete (304) de LED y la capa (312) de soporte están dispuestas para estar separadas mediante un entrehierro (320).
2. Sistema de disposición de LED según la reivindicación 1, en el que una capa (310) superior está dispuesta de tal manera que intercala dicha capa (312) de soporte entre la capa (310) superior y el sustrato (306).
3. Sistema de disposición de LED según la reivindicación 2, en el que el sustrato (306) y la capa (310) superior están fabricados de vidrio (310) y la capa (312) de soporte está fabricada de PVB o una resina.
4. Sistema de disposición de LED según cualquier reivindicación anterior, en el que las estructuras (316) de desacoplamiento están dispuestas en una superficie de la capa (310) superior, orientadas hacia la capa (312) de soporte.
5. Sistema de disposición de LED según cualquier reivindicación anterior, en el que las estructuras (316) de desacoplamiento están dispuestas en una superficie del sustrato (306) orientadas hacia la capa (312) de soporte.
6. Sistema de disposición de LED según cualquier reivindicación anterior, en el que las estructuras (316) de desacoplamiento están serigrafiadas.
7. Sistema de disposición de LED según cualquier reivindicación anterior, en el que las estructuras (316) de desacoplamiento se seleccionan del grupo que consiste en tinta luminiscente; colorantes luminiscentes que contienen partículas poliméricas; pigmentos de interferencia, tales como escamas de mica revestidas de TiO_2 ; óxidos de índice de refracción alto, tales como ZrO_2 ; pigmentos de color, tales como Fe_2O_3 ; materiales fotocromáticos; partículas con porosidad cerrada, tales como esferas huecas, o cualquier material similar o combinación de los mismos.
8. Sistema de disposición de LED según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que está dispuesto un capuchón (318) transparente por encima del paquete (304) de LED para proporcionar el entrehierro (320).
9. Sistema de disposición de LED según la reivindicación 8, en el que el capuchón (318) transparente comprende PMMA, vidrio o un material cerámico.
10. Sistema de iluminación que incluye un sistema de disposición de LED según cualquier reivindicación anterior.
11. Método para producir un sistema de disposición de LED según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende las etapas de:
 - disponer un paquete (304; 404) de LED que comprende un paquete de LED de emisión lateral sobre un sustrato (306) dotado de medios para suministrar al paquete de LED una tensión de excitación,
 - disponer las estructuras (316) de desacoplamiento en el sistema,
 - aplicar una capa (312) de soporte de polímero por encima del paquete de LED,
 - disponer un capuchón (318) transparente para crear un entrehierro entre una cara (350) emisora de luz del paquete (304) de LED y la capa (312) de soporte,
 - calentar el apilado mientras se aplica una presión e incrustando así el paquete de LED en la capa de soporte.
12. Método según la reivindicación 11, en el que una capa (310) superior está dispuesta de tal manera que intercala la capa (312) de soporte entre la capa superior y el sustrato (306).



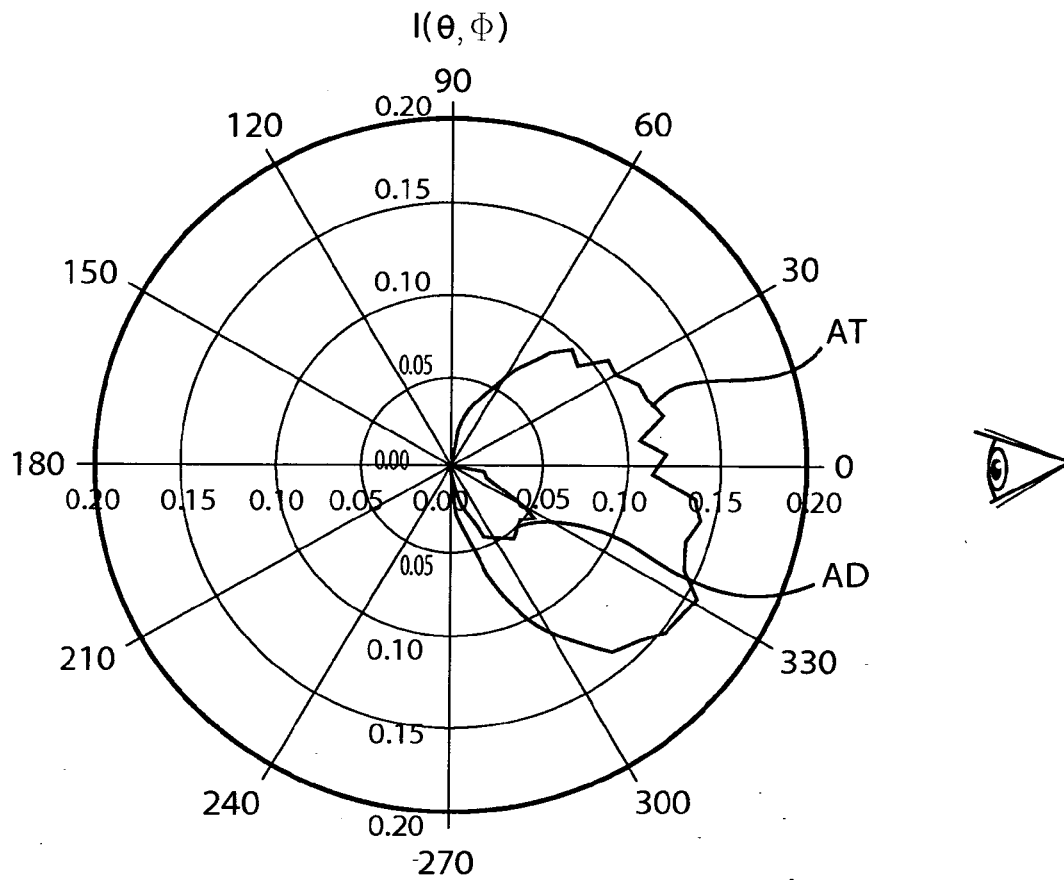


Fig.4

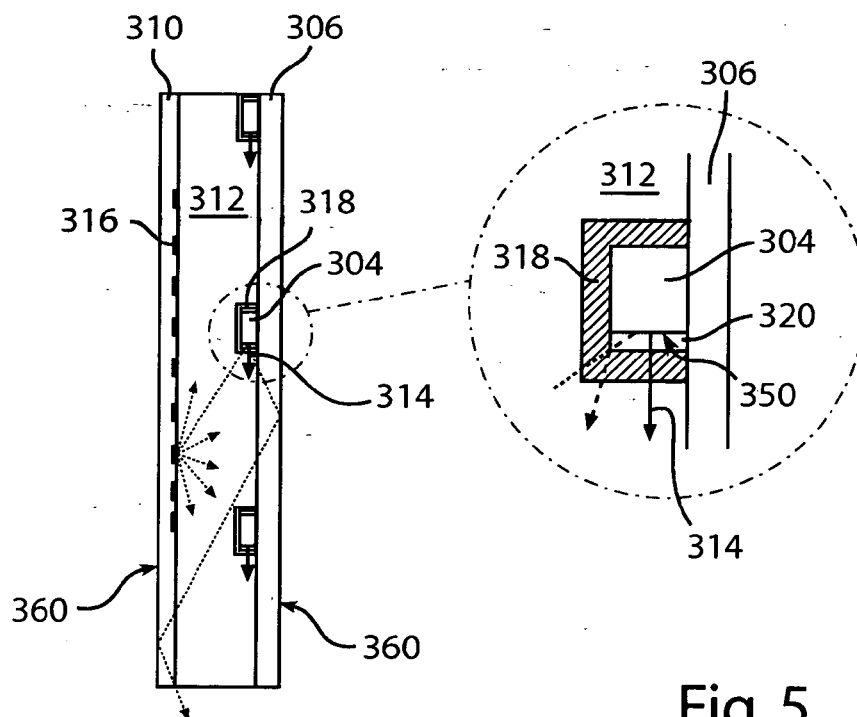


Fig. 5

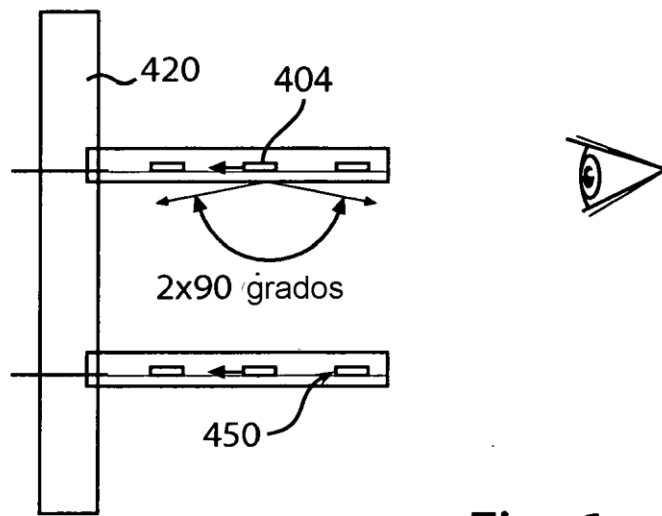


Fig. 6

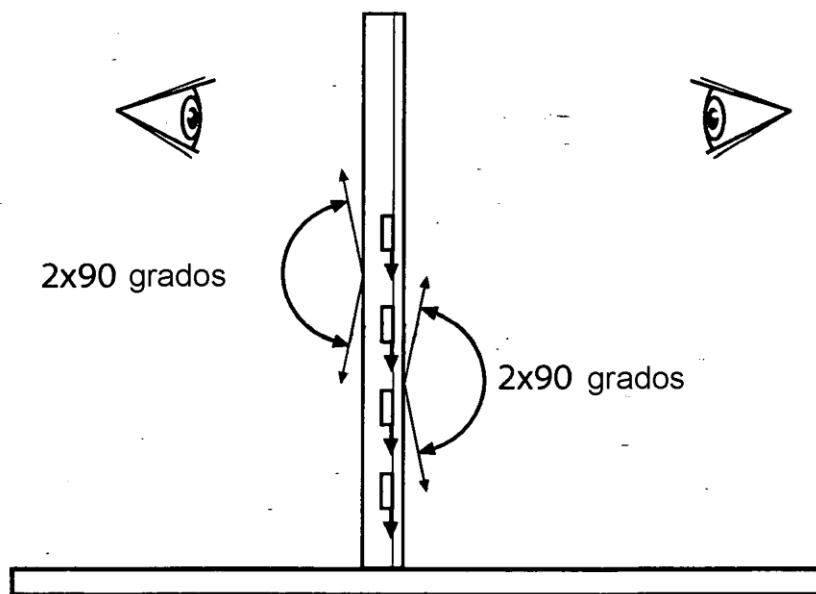


Fig. 7