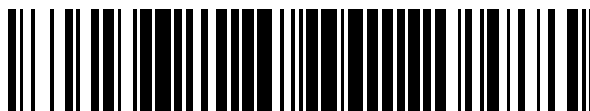


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 997**

51 Int. Cl.:
G09F 13/04 (2006.01)
G09F 13/14 (2006.01)
G02F (2006.01)
E04B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06812715 .8**
96 Fecha de presentación: **11.10.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1938298**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Dispositivo de visualización**

30 Prioridad:
11.10.2005 NL 1030161

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.10.2012

73 Titular/es:
KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
(100.0%)
GROENEWOUDSEWEG 1
5621 BA EINDHOVEN, NL

72 Inventor/es:
MEULENBELT, MATTHIJS, DIRK

74 Agente/Representante:
ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 388 997 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

Dispositivo de visualización.

5 La invención se refiere a un dispositivo de visualización tal como una caja de luz, por ejemplo para un anuncio iluminado, una señal de tráfico, un poste indicador, un techo iluminado, una pantalla TFT, una pantalla LCD, una esfera para un reloj o un instrumento de medición, dispositivo que comprende: una carcasa; una fuente de luz alojada en esta carcasa; y al menos una cara de visualización translúcida de manera difusa iluminada por la luz desde esta fuente de luz.

10 Un dispositivo de visualización de este tipo se conoce en muchas realizaciones.

Un dispositivo del tipo indicado en el preámbulo se conoce, por ejemplo, por el documento US-A-5 457 615. En el dispositivo de visualización conocido a partir de éste se usan varias fuentes de luz omnidireccionales para iluminar una cara de visualización translúcida de manera difusa. Las superficies internas adoptan una forma reflectante. Mediante una placa translúcida de manera difusa, denominada difusor, la luz emitida por la lámpara en la dirección de la cara de visualización se interrumpe y difunde por esta placa translúcida de manera difusa.

20 La descripción del documento US-A-5 457 615 no proporciona ningún tipo de indicación sobre el grado de difusividad del paso de luz a través de la placa translúcida de manera difusa. Sin embargo debe suponerse que las fuentes de luz son visibles para un observador en el lado externo del dispositivo, considerándose esto no deseable según la invención. Una parte sustancial de la luz emitida por las fuentes de luz alcanza por tanto la cara de visualización directamente a través de la placa translúcida de manera difusa. La parte restante de la luz emitida por las fuentes de luz se refleja de manera especular por las superficies internas con alta reflexión de espejo de la carcasa y, después de varias reflexiones, alcanza la cara de visualización de una manera no especificada adicionalmente. Debido a esta reflexión de espejo no es posible evitar que las fuentes de luz sean visibles en la superficie externa de la cara de visualización, con lo que se obtienen zonas más oscuras y más claras. Las transiciones entremedias pueden detectarse fácilmente por el ojo humano. Si la transición de contraste supera un valor determinado por una distancia corta, esto puede manifestarse de una manera muy molesta. Este aspecto se discutirá a continuación en el presente documento.

30 La estructura según el documento US-A-5 457 615 es además tal que la luz desde las zonas de extremo de las fuentes de luz alargadas puede alcanzar la cara de visualización directamente.

35 Debe prestarse breve atención en este punto a diversas posibilidades, conocidas a partir de la bibliografía o que se encuentran dentro del alcance del experto, para irradiar una cara de visualización translúcida de manera difusa de manera que la luminancia se haga lo más uniforme posible en su superficie externa:

40 1. Puede usarse una cara de visualización translúcida de manera difusa con un grosor sustancial y/o una transmisión de luz muy limitada. Debe entenderse que de esta manera puede conseguirse una determinada homogeneización para un material, por ejemplo, tal como vidrio blanco o plásticos translúcidos de manera difusa funcionalmente correspondientes. El inconveniente de esta solución es que la pérdida de energía luminosa puede ser muy sustancial. Esto significaría que, para conseguir una determinada luminancia, debe usarse una fuente de luz con un consumo de energía relativamente grande.

45 2. Como alternativa, pueden usarse varias placas translúcidas de manera difusa, que se colocan a una distancia mutua y que, por ejemplo, son idénticas o similares a la cara de visualización. Se obtiene un grado de homogeneidad mejorado de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización debido a la distancia mutua entre tales placas. Esta buena solución de por sí también tiene el inconveniente de que da como resultado una gran pérdida de energía luminosa.

50 3. A medida que aumenta la distancia de la fuente con respecto a la cara de visualización, mejora la homogeneidad de la luminancia en la superficie externa de esta cara de visualización. El inconveniente de esta solución es que la carcasa se vuelve voluminosa, y particularmente adquiere una gran profundidad, que no es deseable y a veces es incluso inaceptable para aplicaciones específicas. Además debe suponerse que la luz que no está orientada directamente a la cara de visualización mediante la fuente de luz debe absorberse, puesto que de otro modo por ejemplo pueden producirse efectos de reflexión impredecibles, que hacen que aumente la luminancia pero que tienen un efecto negativo sobre la homogeneidad.

60 4. Puede usarse una fuente de luz con una superficie de radiación grande. Por ejemplo es posible prever una superficie dotada de un patrón a modo de rejilla de fuentes de luz pequeñas tales como lámparas halógenas o LED. Mientras que con un buen diseño una solución de este tipo puede producir un grado de homogeneidad razonable de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización, los costes elevados son prohibitivos.

65 5. Pueden usarse medios ópticos, en particular lentes, espejos o combinaciones de los mismos, que se diseñan de modo que la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización sea constante dentro de una

determinada tolerancia. Sin embargo, el diseño de tales sistemas es complicado, dependiendo totalmente del dimensionamiento relevante, y es caro de manera correspondiente.

Además, en general, se conoce y es común un dispositivo de visualización con fines publicitarios que incorpora una o más lámparas fluorescentes como fuente de luz. Un dispositivo de visualización de este tipo tiene la ventaja evidente de una potencia luminosa elevada. Sin embargo, esto lo contrarresta el inconveniente, que es dominante en la práctica, de que la cara de visualización translúcida de manera difusa tiene una intensidad de luz elevada en una zona a una distancia relativamente corta de la lámpara fluorescente. Esta intensidad de luz, sin embargo, disminuye rápidamente a medida que disminuye la distancia de la zona iluminada de la cara de visualización en relación con la lámpara fluorescente. Esto da como resultado de manera sorprendente el fenómeno de que, a pesar de la intensidad de luz realizada elevada en dicha primera zona, la amenidad total se percibe a menudo como muy mala debido a las diferencias en contraste con las zonas iluminadas con menos intensidad.

Se han hecho intentos para obviar este inconveniente conocido mediante el uso de más de una lámpara fluorescente u otra fuente de luz, aunque el inconveniente indicado de una zona con una iluminación intensa en contraste con zonas iluminadas con menos intensidad no puede obviarse de este modo de manera satisfactoria. En anticipación de la descripción de las figuras que sigue a continuación en el presente documento, ahora se hace referencia a este respecto a las figuras 1, 2, 3, 8A y 13 y la descripción asociada con dichas figuras.

Además se han hecho intentos para reducir las diferencias de intensidad disponiendo una rejilla con una progresión específica, que apantalla la luz desde la fuente de luz localmente en mayor o menor medida. Ni siquiera de este modo se han conseguido los resultados deseados.

Es un objetivo de la invención realizar un dispositivo de visualización de modo que la cara de visualización se ilumine de manera homogénea dentro de unas tolerancias relativamente cerradas. Las pruebas han indicado que no sólo es la luminancia, sino en un grado cada vez más predominante la homogeneidad de la luminancia lo que determina la visibilidad de la información presente en la cara de visualización, por ejemplo la legibilidad de textos presentes sobre la misma. Para cajas de luz es posible prever, por ejemplo, una luminancia en el intervalo de aproximadamente 10-5.000 lux. Será evidente que, particularmente en algunas de las aplicaciones indicadas, tales como carteles publicitarios y señales de tráfico, esto es lo verdaderamente importante.

Basándose en las consideraciones anteriores la invención proporciona un dispositivo de visualización del tipo indicado en el preámbulo, que tiene la característica de que se añaden medios de orientación a la fuente de luz para obtener una característica direccional de la luz emitida por la fuente de luz de modo que la fuente de luz ilumina directamente al menos una pared casi exclusivamente, por ejemplo en más de un 75%; y que esta al menos una pared es reflectante de manera difusa de modo que parte de la luz incidente sobre la misma se refleja a la cara de visualización, la al menos una pared se extiende al menos más o menos en la dirección transversal en relación con la cara de visualización, y la al menos una pared es opuesta a una pared sobre la que se dispone la fuente de luz.

En anticipación a la descripción de las figuras que siguen a continuación en el presente documento, se hace referencia a la figura 24 con respecto al término "reflectante de manera difusa". Esta figura muestra en dos dimensiones la característica direccional sustancialmente esférica correspondiente a la reflexión difusa. El origen del sistema de coordenadas dibujado, es decir, $[x = 0; y = 0]$, es el punto en el que la luz incide sobre la superficie reflectante de manera difusa. La luz se reflejará según el diagrama direccional dibujado sustancialmente de manera independiente de la dirección en la que se produce la incidencia de luz. La fracción más grande abandonará la superficie de manera perpendicular, así en la dirección del eje y . En la dirección del eje x la fracción será sustancialmente 0. Los valores relativamente intermedios se dan mediante la distancia entre el origen y la esfera que se muestra en dos dimensiones como un círculo. Estos valores se indican esquemáticamente con flechas.

Se recomienda un dispositivo de visualización según la invención en el que la proporción de la energía luminosa de la luz que se orienta directamente a la cara de visualización mediante la fuente de luz y sale a través de la cara de visualización asciende a menos de un 10% de la energía luminosa total de la luz emitida por la fuente de luz. Esto evita que la fuente de luz sea visible para un observador.

Se recomienda en gran medida una realización en la que la primera derivada con respecto a la posición de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización dividida entre el valor local de la luminancia tiene un valor máximo de aproximadamente $1,0-1,2 \text{ m}^{-1}$ en cualquier dirección. Las pruebas han mostrado que dicho valor forma la transición entre una buena homogeneidad tal como se percibe por el ojo humano y la capacidad para discernir diferencias de luminancia. A medida que el valor de dicha primera derivada normalizada aumenta, cada vez se discernirá más un contraste y finalmente aumentará hasta proporciones irritantes e incluso inaceptables.

Se indica en el presente documento que la luminancia es una medida que tiene en cuenta las propiedades subjetivas del ojo humano.

Es importante que los medios de orientación garanticen que la mayor cantidad posible de la luz emitida por la fuente de luz alcance una pared reflectante de manera difusa. Los medios de orientación pueden ser medios separados

que se añaden a la fuente de luz. Alternativamente, el dispositivo de visualización puede tener la característica especial de que los medios de orientación están integrados con la fuente de luz.

5 Según un aspecto específico de la invención, el dispositivo de visualización tiene la característica especial de que los medios de orientación comprenden medios ópticos de cuyo grupo forman parte medios de espejo y medios de lente.

10 Se presta atención al hecho de que las caras de visualización conocidas para dispositivos de visualización de la técnica anterior se realizan como placas, por ejemplo a partir de vidrio o plástico blanco como la leche, que son completamente lisas en ambos lados. Como se conoce por la óptica, un haz de luz incidente sobre una superficie lisa a un ángulo que varía sustancialmente con respecto a la incidencia normal no entrará en el medio en cuestión en el caso en el que se supera el denominado ángulo de Brewster. En el presente caso puede hacerse uso de ello permitiendo que parte de la luz desde la fuente de luz incida directamente sobre la superficie interna de la cara de visualización, aunque a un ángulo tal que dicha luz se refleje en teoría por completo y alcance la pared reflectante de manera difusa tras la reflexión. Este aspecto se comentará adicionalmente con referencia a la figura 9C.

15 Será evidente que, según la invención, debe evitarse en la medida de lo posible que la luz desde las fuentes de luz, correspondientes por ejemplo a un lóbulo lateral de la característica direccional, caiga directamente sobre la cara de visualización de manera descontrolada. Para evitar este fenómeno, que se produce en la mayoría de fuentes de luz disponibles comercialmente, el dispositivo según la invención comprende en una realización especial medios de apantallamiento colocados entre la fuente de luz y la cara de visualización para apantallar la luz orientada directamente a la cara de visualización mediante la fuente de luz. La influencia de imperfecciones en la fuente de luz se elimina así por completo.

20 Para garantizar la mejor homogeneidad posible de la iluminación dentro de límites cerrados, el dispositivo de visualización puede tener la característica especial de que la fuente de luz se extienda por una distancia de al menos aproximadamente un 70% de una dimensión lineal de la cara de visualización.

25 Muy simple es una realización en la que la fuente de luz comprende al menos una lámpara alargada.

30 Esta realización puede tener, por ejemplo, la característica especial de que la lámpara sea de tipo de luminiscencia, por ejemplo una lámpara fluorescente.

35 Una lámpara fluorescente tiene una buena eficiencia, de hecho, cuando se compara con bombillas y similares, y está disponible comercialmente en muchos tonos. Una lámpara fluorescente con un color prácticamente blanco tiene una eficiencia elevada y genera relativamente poco calor, mientras que la luz emitida tiene una intensidad con una buena homogeneidad.

40 Se ha encontrado que, para el intervalo de intensidad de aproximadamente 10-5.000 lux que a menudo se aplica en la práctica para cajas de luz, la intensidad absoluta de la luz emitida desempeña sólo un papel secundario en la visibilidad de la información presentada, y la homogeneidad de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización es una medida de la calidad realizada. A este respecto el dispositivo de visualización puede tener la característica especial según una realización preferida de que la fuente de luz comprenda un LED o al menos un grupo de LED que se extienden sustancialmente en la misma dirección. Pueden disponerse varios LED de modo que garanticen la homogeneidad deseada de la iluminación de la pared dentro de determinadas normas establecidas.

45 La realización en la que la fuente de luz se extiende por una distancia de al menos aproximadamente un 70% de una dimensión lineal de la cara de visualización puede tener además la característica especial de que un grupo de LED estén dispuestos adyacentes entre sí en una fila.

50 Una homogeneidad mejorada adicionalmente de la luz incidente sobre la cara de visualización difusa se obtiene con un dispositivo de visualización que comprende al menos una segunda pared reflectante de manera difusa, que recibe parte de la luz reflejada por la primera pared reflectante de manera difusa y dirige parte de la misma a la cara de visualización.

55 El dispositivo de visualización según la invención también puede tener la característica especial de que la característica direccional sea tal que la fuente de luz ilumina la o una pared directamente iluminada al menos más o menos de manera homogénea, o garantice que la pared directamente iluminada forme una fuente de línea al menos más o menos homogénea. Para este fin, por ejemplo, pueden usarse medios ópticos, incluyendo medios de lente y/o medios de espejo, que garanticen la característica direccional deseada. Se hace referencia de antemano a este respecto a la figura 4, entre otras, y la descripción asociada.

60 Según un aspecto adicional de la invención, el dispositivo de visualización tiene la característica especial de que la al menos una pared está dotada de una capa de recubrimiento de color claro, en particular sustancialmente blanca, que consiste en un material del grupo que incluye: una pintura mate, una pintura con brillo satinado, papel blanco,

película LEF (marca registrada de la empresa 3M). Con estos materiales puede obtenerse un coeficiente de reflexión lo suficientemente alto en combinación con una dependencia del color baja de la absorción de luz.

5 Además se llama la atención al documento WO-A-99/67663. Como se describió anteriormente, la homogeneidad de la luminancia en el exterior de la cara de visualización puede mejorarse haciendo uso de un grosor relativamente grande y/o una transmisión de luz baja de la cara de visualización translúcida de manera difusa. Dicho documento de la técnica anterior hace uso de esta idea. En la figura 5, entre otras, y la descripción asociada se mencionan materiales que pueden usarse para la caja de luz en cuestión. Se ha encontrado que la potencia luminosa es alta en el caso de un material tal como 3635-70, aunque hay zonas más claras y más oscuras que se unen de manera que las transiciones se manifestarán de manera irritante. Sólo cuando se usan otros materiales, en particular los materiales P645 y P945, se consigue una homogeneidad aceptable de la luminancia. El sacrificio que esto requiere es una pérdida considerable de energía luminosa.

15 El documento WO2005/067570 da a conocer un dispositivo de visualización de tipo con iluminación a contraluz con LED de emisión lateral como fuente de luz, LED que están dispuestos en cavidades formadas en la superficie posterior de la carcasa, y da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención se aclarará ahora con referencia a los dibujos adjuntos. En éstos:

20 la figura 1 muestra una vista en perspectiva parcialmente cortada de un dispositivo de visualización de la técnica anterior;

la figura 2 muestra una vista en perspectiva parcialmente cortada de otro dispositivo de visualización de la técnica anterior;

25 la figura 3 muestra una vista frontal parcial del dispositivo de visualización según la figura 2;

la figura 4 muestra una vista correspondiente a la figura 1 de un dispositivo de visualización según la invención;

30 la figura 5 muestra una vista frontal parcialmente cortada del dispositivo de visualización según la figura 4;

la figura 6 muestra una vista correspondiente a la figura 5 de una variante;

35 la figura 7 muestra una vista correspondiente a la figura 6 de una modificación de la realización según la figura 6;

la figura 8A muestra una vista en sección transversal del dispositivo de visualización según la figura 1;

40 la figura 8B muestra una representación gráfica de la distribución de la intensidad de luz en ambas caras de visualización en la realización según las figuras 1 y 8A;

la figura 9A muestra una sección transversal a través del dispositivo de visualización según la figura 4;

45 la figura 9B muestra la distribución de la intensidad de luz en ambas caras de visualización del dispositivo de visualización según las figuras 4 y 9A;

la figura 9C muestra una vista correspondiente a la figura 9A de una realización en la que las fuentes de luz tienen un ángulo de apertura tal que las caras de visualización translúcidas de manera difusa se iluminan en parte directamente mediante las fuentes de luz;

50 la figura 10 muestra una vista parcialmente cortada de aún otra realización;

la figura 11 muestra una parte de la fuente de luz según la figura 10;

55 la figura 12A muestra una sección longitudinal a través de un molde para fabricar una fuente de luz con apantallamiento frente a la luz dispersada;

la figura 12B muestra una sección transversal a través del molde según la figura 12A;

60 la figura 13A muestra una vista frontal cortada de un dispositivo de visualización de la técnica anterior con una lámpara fluorescente;

la figura 13B muestra una sección transversal a través del dispositivo de visualización como en la figura 13A;

65 la figura 13C muestra la distribución de la intensidad de luz en ambas superficies translúcidas mediante el dispositivo de visualización según las figuras 13A y 13B;

- la figura 14A muestra una vista correspondiente a la figura 13A de un dispositivo de visualización según la invención según la figura 10;
- 5 la figura 14B muestra una sección transversal a través del dispositivo de visualización según la figura 14A;
- la figura 14C muestra la distribución de la intensidad de luz sobre la cara de visualización del dispositivo de visualización según las figuras 10, 14A y 14B;
- 10 la figura 15 muestra una representación gráfica de la distribución espectral de un LED rojo, verde y azul;
- la figura 16 muestra la distribución espectral de la luz blanca fría emitida por un LED de un tipo determinado;
- la figura 17 muestra una distribución espectral de la luz blanca fría emitida por un LED de un tipo diferente;
- 15 la figura 18 muestra una distribución espectral de la luz emitida por un LED blanco cálido;
- la figura 19A muestra una sección transversal a través de una caja de luz según la invención que se dota en ambos lados de una fila de fuentes de luz;
- 20 la figura 19B muestra una gráfica de la luminancia medida en función de la ubicación en el exterior de la cara de visualización, medida en la dirección que es horizontal en el dibujo;
- la figura 19C muestra la gráfica según la figura 19B, que también incluye indicaciones para calcular la primera derivada de la luminancia normalizada;
- 25 la figura 20A muestra una vista correspondiente a la figura 19A de una caja de luz de la técnica anterior en la que se usan cuatro lámparas fluorescentes como fuentes de luz;
- la figura 20B muestra una representación gráfica correspondiente a la figura 19B de la luminancia en función de la ubicación;
- 30 la figura 20C muestra una representación correspondiente a la figura 19C de la gráfica según la figura 20B;
- la figura 21A muestra, en una dirección horizontal, respectivamente la vista frontal de la caja de luz según la figura 20A y una vista lateral parcialmente en sección, en la que la cara de visualización se muestra a diferentes distancias, para la introducción de las mediciones, cuyos resultados de medición se presentan en la figura 21B;
- 35 la figura 21B muestra seis gráficas en las que se dibuja la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización de la caja de luz según la figura 21A, con la distancia de la cara de visualización con respecto a la posición de partida como parámetro;
- 40 la figura 21C muestra una representación gráfica de la luminancia en función de la ubicación en el caso en el que la cara de visualización se coloca a una distancia de 0,5 m, con indicaciones para calcular la primera derivada de la luminancia normalizada;
- 45 la figura 21D muestra una representación gráfica correspondiente a la figura 21C de la situación en la que la cara de visualización se coloca a una distancia de 0,6 m;
- la figura 22A muestra una vista frontal, una vista lateral y una vista desde arriba de una caja de luz, cuyas superficies internas están cubiertas con una película LEF (marca registrada de la empresa 3M);
- 50 la figura 22B muestra la distribución de luminancia en la superficie externa de la cara de visualización de la caja de luz según la figura 22A;
- la figura 22C muestra la gráfica según la figura 22B, en la que se incluyen los datos necesarios con el fin de calcular la primera derivada de la luminancia normalizada;
- 55 la figura 23 muestra una representación gráfica en la que todas las gráficas de luminancia de las figuras 19A, 19B, 20A, 20B (en dos versiones), 21A, 21B, 22A y 22B se muestran a modo de ilustración de las calidades superiores de la caja de luz según la invención; y
- 60 la figura 24 muestra la característica direccional de una superficie reflectante de manera difusa en representaciones bidimensionales.
- 65 Las figuras que van a describirse a continuación en el presente documento muestran esquemáticamente, entre otras cosas, disposiciones de medición con los resultados de medición asociados. Todas las mediciones se realizaron

5 exactamente en las mismas condiciones, y son totalmente comparables como tales. Por tanto, se usan las mismas caras de visualización para todos los dispositivos de visualización medidos. Para las mediciones que van a describirse a continuación en el presente documento se aplica una placa de acrilato de ópalo fundido 100-27006 con superficies brillantes de la empresa Vink, Países Bajos, en cada caso para la cara de visualización. Este material tiene un coeficiente de transmisión de luz de un 29%. Éste es un material común para cajas de luz en los Países Bajos.

10 La figura 1 muestra un dispositivo 1 de visualización de la técnica anterior. Éste comprende una carcasa 2, de la que sólo se muestran la pared superior y la inferior. Alojada en esta carcasa hay una fuente de luz que comprende tres lámparas 3, 4, 5 fluorescentes. Situada tanto en el lado frontal como posterior hay una cara 6, 7 de visualización respectivamente. Éstas pueden comprender patrones de información óptica translúcida u opaca, por ejemplo publicidad o información de poste indicador.

15 Las caras 6, 7 de visualización se iluminan directamente por las lámparas 3, 4, 5 fluorescentes.

La figura 8A muestra un dispositivo 1 de visualización en sección transversal.

20 La figura 8B muestra gráficamente la distribución de la intensidad de la luz sobre las superficies 61, 62 externas de las respectivas caras 6, 7 de visualización. Como muestra claramente la figura, el valor central de la intensidad de luz es de aproximadamente 1.000 lux, con variaciones de +30% y -30%. Esta gran variación por una distancia corta a menudo se percibe como irritante.

25 Para reducir dicha gran variación, a veces se usa la disposición según la figura 2. En esta realización el dispositivo 8 de visualización mostrado en este caso comprende cuatro lámparas 9, 10, 11, 12 fluorescentes que se disponen de modo que la distribución de la intensidad dará como resultado una imagen ligeramente más homogénea. Esta solución no funciona bien en la práctica. En el centro se ubica una zona en la que se acumulan en mayor o menor medida las intensidades de las lámparas, lo que da como resultado un pico de intensidad en el centro mientras que una zona relativamente subiluminada está presente en los bordes, según la disminución en los extremos que se dibuja en la figura 8B.

30 La figura 3 muestra el dispositivo 8 de visualización completo con lámparas 9, 10, 11, 12, 13, 14 fluorescentes. Dicha zona de solapamiento se indica con 15. La zona de borde de extremo relativamente subiluminada se indica con el número de referencia 16.

35 La figura 4 muestra un dispositivo 19 de visualización según la invención a modo de ejemplo. Situada en la pared 17 inferior hay una fila de LED 20 dispuestos sustancialmente equidistantes que en conjunto forman la fuente de luz para el dispositivo 19 de visualización. Se añaden unos medios de lente a los LED 20, que garantizan que en la manera dibujada los LED tengan un ángulo de apertura de aproximadamente 25° en la dirección longitudinal de la pared 18 superior opuesta y un ángulo de apertura de aproximadamente 4° en la dirección transversal. Esta elección y el dimensionamiento de la carcasa consigue que sea prácticamente sólo la superficie interna de la pared 18 superior la que se ilumine más o menos de manera homogénea por los LED 20, y sustancialmente nada de luz procedente directamente de los LED 20 incide sobre las caras 6, 7 de visualización. Los haces de luz relevantes se muestran en líneas discontinuas con flechas dirigidas hacia arriba.

45 Para realizar la característica direccional deseada, más o menos elíptica del LED 20 con un ángulo de apertura de aproximadamente 25° en la dirección principal y un ángulo de apertura de aproximadamente 4° en la dirección perpendicular a la misma, por ejemplo, pueden usarse elementos ópticos de la empresa Carclo Precision Optics (www.carclo-optics.com), número de pieza 10049.

50 Se presta atención al hecho de que la pared 7 posterior translúcida puede sustituirse, por ejemplo, por una pared opaca. Esta pared también podría tener un carácter reflectante de manera difusa y por tanto podría hacer una determinada contribución a la intensidad y la homogeneidad de la luz incidente sobre la pared 6. Los otros dispositivos de visualización mostrados y descritos en esta memoria descriptiva pueden tener también según se desee sólo una o dos caras de visualización.

55 La figura 5 muestra el dispositivo 19 de visualización completo.

60 La figura 6 muestra un dispositivo 21 de visualización en una variante en la que una fila de LED 23 está situada en la pared 18 superior directamente opuesta a los LED 20 en la pared 17 inferior. La intensidad conseguida será en este caso del doble. Estos LED también proporcionan una mejora en la homogeneidad de la luminancia en el exterior de la cara de visualización.

65 La figura 7 muestra un dispositivo 22 de visualización en la que los LED 23 se colocan en la pared 18 superior desplazados la mitad de la distancia de separación en relación con los LED 20 en la pared 17 inferior.

La figura 9A muestra el dispositivo 19 de visualización.

La figura 9B muestra la distribución de la intensidad de la luz en las superficies 61, 62 externas de respectivas caras 6 y 7 de visualización. Ascende a aproximadamente 140 lux con una variación máxima de + y -10%. Se indica en este caso que intensidades incluso más pequeñas, incluso considerablemente más pequeñas pueden proporcionar el efecto deseado. Por ejemplo es posible prever una intensidad de luz del orden de 50 lux y menos.

5 La figura 9C muestra un dispositivo de visualización que corresponde en gran parte a la figura 9A. Como resultado de los medios de orientación (por ejemplo lentes) añadidos al mismo, la fuente 20 de luz tiene en esta realización un ángulo de apertura aumentado de modo que una parte de la luz emitida por la fuente 20 de luz incide sobre el lado interno liso de las caras 6 y 7 de visualización a un ángulo de incidencia γ en relación con la normal N. Como resultado del hecho de que el ángulo en cuestión es mayor que el ángulo de Brewster, la luz relevante se reflejará e incidirá sobre la pared 18 reflectante de manera difusa según el patrón indicado con flechas. Esta pared 18 entonces empieza a funcionar como fuente difusa secundaria para iluminar las caras 6 y 7 de visualización translúcidas de manera difusa de modo que de este modo muestran una luminancia muy constante por su superficie, tal como se mide en el exterior.

15 La figura 10 muestra un dispositivo 125 de visualización con un soporte 25 alargado que tiene LED 26, 27 respectivamente orientados de manera alterna hacia arriba y hacia abajo. Estos LED iluminan una pared 28 posterior reflectante de manera difusa, opaca, curva y bordes que forman parte de la misma, es decir, un borde 29 inferior y un borde 30 superior. Los patrones de radiación relevantes de LED 26 y 27 se indican con elipses 31, 32 respectivamente.

20 Para evitar que la luz de los LED 26, 27 incida directamente sobre la cara 33 de visualización en esta realización se usa una pantalla 41 alargada que interrumpe, y absorbe o refleja la luz procedente directamente de los LED 26, 27, y en este caso preferiblemente la refleja de manera difusa.

25 Es importante indicar que, como puede observarse en particular por los patrones 32 de radiación, nada de luz procedente directamente de los LED 27 incide sobre la cara 33 de visualización. Esto podría tener un efecto muy negativo sobre la homogeneidad de la distribución de la intensidad de luz.

30 La figura 11 muestra el soporte 25 alargado. Los LED 26, 27 están conectados con sus bornes, todos indicados con 35 por motivos de conveniencia, mediante soldadura indirecta, soldadura o de otra manera eléctricamente conductora para tiras conductoras en los lados del soporte 25 aislante. Unas tiras 36 de cobre en el lado del soporte 25 dirigido hacia la cara 33 de visualización están aisladas entre sí y colocadas desplazadas en relación con las tiras 37 conductoras correspondientes funcionalmente en el lado posterior del soporte. Los bornes (no visibles) en el lado posterior están conectados a estas tiras 37. Será evidente que de esta manera se realiza una conexión en serie de los LED.

40 El soporte puede realizarse de manera conocida como placa de circuito impreso, por ejemplo de vidrio con resina epoxídica. Las conexiones de los bornes de los LED y las tiras pueden realizarse mediante soldadura indirecta, soldadura por puntos con rodillo u otros medios adecuados.

La figura 12A muestra esquemáticamente la manera en la que el soporte 25 con los LED 26, 27 puede colocarse en un molde 38, 39 para una colocación mutua correcta.

45 La figura 12B muestra que el molde 38, 39 puede comprender una cavidad adicional que, por ejemplo, puede rellenarse con resina 40 epoxídica. Después de realizar dichas conexiones eléctricamente conductoras, dicha cavidad puede rellenarse con la resina epoxídica, creando así la estructura claramente visible en la figura 12B. La masa de resina epoxídica, que en esta realización es más o menos cilíndrica, proporciona un apantallamiento eficaz de luz dispersada lateral, con lo que la pantalla 41 según la figura 10 ya no es necesaria.

50 La figura 13A muestra esquemáticamente un dispositivo 42 de visualización con una lámpara 43 fluorescente.

La figura 13B muestra la sección transversal.

55 La figura 13C muestra la distribución de la intensidad. Como puede observarse claramente, tiene un carácter muy poco homogéneo. La intensidad varía entre respectivos valores de 100 lux en las zonas de borde y aproximadamente 400 lux en la zona central. Este dispositivo de visualización de la técnica anterior tiene por tanto precisamente los inconvenientes para los cuales la invención pretende proporcionar una solución.

60 La figura 14 muestra a modo de comparación el dispositivo 125 de visualización según la figura 10 y los resultados obtenidos con el mismo.

La figura 14A muestra una vista cortada del dispositivo 125 de visualización.

65 La figura 14B muestra una sección transversal. Como se muestra de esta figura, el ángulo de apertura de los LED 26, 27 puede ser en este caso del orden de 8°.

La figura 14C muestra la distribución de la intensidad de luz en la cara 33 de visualización. Será evidente que, aunque la intensidad es considerablemente menor que la que puede obtenerse con la iluminación directa usando una lámpara fluorescente según la figura 13, tiene una homogeneidad considerablemente mejorada. Esta homogeneidad es una medida de la calidad del dispositivo de visualización.

5 La figura 15 muestra la distribución de energía espectral relativa de tres LED de colores diferentes. La curva 44 corresponde a la luz azul; la curva 45 corresponde a la luz verde y la curva 46 corresponde a la luz roja.

10 Se indica que en combinación estos tres colores pueden producir luz blanca. Puede usarse esta propiedad para realizar casi cualquier color deseado para un dispositivo de visualización cambiando y controlando la intensidad de grupos de LED rojos, verdes y azules.

15 La figura 16 muestra la distribución de energía relativamente espectral de un LED disponible comercialmente que emite luz blanca ligeramente azulada, fría.

La figura 17 muestra la distribución de energía relativamente espectral de un LED disponible comercialmente que también emite luz blanca fría. Este LED está disponible de la empresa Nichia y por ejemplo sería muy adecuado para su aplicación en señales de tráfico.

20 La figura 18 muestra una distribución de energía relativamente espectral de luz blanca cálida que se emite por un LED disponible comercialmente de la empresa Lumiled. Este color se percibe a menudo como muy agradable y comprende una mayor proporción en la gama de rojo en relación con la gama de azul. El uso de LED de este tipo es particularmente importante para presentar información en una cara de visualización que comprende el color rojo. Mediante la irradiación con luz blanca fría (figuras 16 y 17) el efecto del color rojo podría disminuirse después de todo como resultado del metamerismo, y así disminuir la naturaleza realista de la visualización.

25 Para aplicaciones universales es posible prever una combinación de, como promedio, una razón de dos LED blancos fríos a un LED blanco cálido.

30 Para aplicaciones determinadas, evidentemente, también es posible prever el uso de LED de otros colores, o combinaciones de colores.

35 La figura 19A muestra una realización a modo de ejemplo de una caja de luz según la invención. Las dimensiones externas de la caja se especifican como 1,15 m x 0,7 m. Cinco LED con lentes en haz se sitúan en ambos lados cortos de modo que la luz del LED 20 se dirige a la pared opuesta respectiva en la que se sitúa la otra fila de LED. Esta pared es reflectante de manera difusa.

40 La figura 19B muestra la luminancia en función de la ubicación en la dirección del lado largo de la caja de luz según la figura 19A. Como puede observarse claramente, la luminancia varía entre aproximadamente 53 cd/m² y 62 cd/m².

Será evidente a partir de la figura 19B que la luminancia varía poco por toda la anchura de la caja de luz.

La figura 19C confirma esta observación cuantitativa.

45 En la zona del valor más grande de la primera derivada con respecto a la posición de la luminancia normalizada la diferencia en la luminancia ΔI_1 se determina por una determinada ruta finita y en este caso también se determina la Δx_1 asociada. Según la invención el valor de la primera derivada con respecto a la posición de la luminancia normalizada se considera representativo. Según la figura 19C se produce una aproximación a esta derivada con intervalos finitos normalizando en primer lugar ΔI_1 dividiéndola entre la intensidad promedio I_{01} en el intervalo relevante, y dividiendo la diferencia de luminancia normalizada así obtenida entre el intervalo asociado Δx_1 .

50 En este caso la luminancia promedio es de 58,0 cd/m².

55
$$\Delta I_1 = 4,5 \text{ cd/m}^2$$

$$\Delta x_1 = 0,105 \text{ cd/m}^2$$

Basándose en el valor de la cantidad importante $Q = \Delta (I_1 / I_{10}) / \Delta x = 0,74 \text{ m}^{-1}$.

60 Este último valor es menor, e incluso considerablemente menor, que el valor estándar del orden de 1,1 m⁻¹ según se determina a modo de orientación según la invención. Esto significa que la calidad de la luz que sale debe considerarse muy buena. El ojo no podría discernir una transición de luminancia.

65 Se indica que las figuras 19B y 19C muestran que se produce un ligero aumento en la luminancia en los bordes. Esto debe atribuirse a una pequeña fracción de la luz directa desde los LED. Incluso con un accesorio de lente

específico que sirva como medio de orientación, los LED aplicados tienen un lóbulo lateral pequeño, con lo que la luminancia de la cara de visualización en la proximidad inmediata de los LED aumenta algunos porcentajes. Como será evidente a partir del valor determinado de Q, esta pequeña fracción de la luz en sí no deseada es completamente inofensiva. Si se desea, incluso este pequeño efecto no deseado puede eliminarse apantallando el lóbulo lateral en cuestión.

La figura 20A muestra una caja de luz con cuatro lámparas fluorescentes. La caja tiene unas dimensiones internas de 0,7 m x 0,7 m. Las lámparas fluorescentes están dispuestas a distancias de separación mutuas de 0,2 m.

La caja según la figura 20A tiene una profundidad de 0,2 m. Las lámparas fluorescentes están dispuestas a una distancia central de aproximadamente 0,1 m en relación con la cara de visualización.

La figura 20B muestra la luminancia en función de la ubicación. La gráfica marcada con círculos pequeños se refiere a una caja de luz generalmente habitual o convencional, cuyas paredes internas consisten en aluminio común, sin tratar de calidad habitual. La gráfica sin marcar se refiere a una realización en la que la pared posterior está cubierta con película LEF (marca registrada de la empresa 3M).

La figura 20C de nuevo muestra la gráfica según la figura 20B, aunque en esta figura los valores de la cantidad Q se calculan para ambas realizaciones descritas.

Para la caja de luz convencional la luminancia promedio asciende a 103 925 cd/m².

$$\Delta I_3 = 106 \text{ cd/m}^2$$

$$\Delta x = 0,06 \text{ m}$$

Basándose en estos valores $Q = 1,91 \text{ m}^{-1}$. Será evidente que este valor demuestra que pueden discernirse grandes diferencias en intensidad a simple vista. Son tan grandes que en la práctica resultan ser irritantes y posiblemente incluso inaceptables.

La caja de luz con película LEF tiene una intensidad promedio de 974 cd/m².

$$\Delta I = 130 \text{ cd/m}^2$$

$$\Delta x = 0,09 \text{ m}$$

$$Q = 1,48 \text{ m}^{-1}$$

La figura 21A se refiere a la colocación de la cara de visualización en diferentes posiciones. La figura 21A muestra la cara de visualización en dos posiciones de modo que la distancia de las lámparas fluorescentes se hace cada vez más grande, a una tasa de 0,1 m.

La figura 21B muestra los resultados.

La figura no marcada se refiere a la situación mostrada con líneas continuas en la figura 21A, en la que la cara de visualización se encuentra a una distancia de 0,1 m en relación con su posición convencional. Será evidente que en los bordes se pierde mucha luz. Las zonas de borde estarán, por tanto, muy poco iluminadas en relación con la zona central, que sin embargo en sí misma muestra grandes diferencias de luminancia por distancias cortas.

La gráfica marcada con círculos se refiere a una distancia de 0,2 m.

La gráfica marcada con cuadrados se refiere a una distancia de 0,3 m.

La gráfica marcada con triángulos se refiere a una distancia de 0,4 m.

La gráfica marcada con asteriscos se refiere a una distancia de 0,5 m.

La gráfica marcada con círculos cerrados se refiere a una distancia de 0,6 m.

La figura 21C muestra la determinación de Q para una distancia de 0,5 m. Asciende a 1,37 m⁻¹. Aunque muy lejos de lo ideal en relación con los principios de la invención, este valor para el gradiente sigue siendo aceptable para algunas aplicaciones.

La figura 21D se refiere a una distancia de 0,6 m. En esta disposición Q tiene un valor de 0,75 m⁻¹. Éste debe considerarse muy bueno. Sin embargo, debe indicarse en este caso que esta alta calidad se consigue usando cuatro lámparas fluorescentes, cada uno con su potencia nominal propia de aproximadamente 30 W, lo que implica un

- 5 consumo de energía neto de aproximadamente 120 W. La pérdida de energía de las bobinas de choque también tiene que añadirse entonces. Dependiendo de la realización, asciende a por ejemplo de 5 a 10 vatios por cada lámpara fluorescente. Este consumo de energía muy alto comparado con los LED (una barra de LED según la invención con resultados comparables consumirá energía en el orden de aproximadamente 15 a 30 W) por ejemplo podría seguir siendo aceptable para aplicaciones determinadas, aunque será evidente que una caja de luz con una profundidad del orden de 0,7 m no es adecuada prácticamente para ninguna aplicación.
- 10 La figura 22A se refiere a una caja de luz que está estrechamente relacionada con la caja de luz según el documento WO-A-99/67663, que ya se ha comentado anteriormente.
- La figura 22B muestra la función de luminancia de la ubicación.
- 15 El cálculo de Q según la figura 22C produce un valor de $Q = 1,75 \text{ m}^{-1}$. Será evidente que este resultado deja mucho que desear.
- La figura 23 muestra un conjunto de diez gráficas, es decir un resumen de las gráficas dibujadas anteriormente.
- 20 La gráfica dibujada con cuadrados negros es la luminancia según la figura 19, así la caja de luz construida según la enseñanza de la invención.
- La gráfica marcada con triángulos negros se refiere a la caja de luz convencional según la figura 20.
- 25 La gráfica marcada con diábolos negros se refiere a la caja de luz convencional en la que la pared posterior está cubierta con una película LEF según la figura 20.
- La figura sin marcar se refiere a la situación con la cara de visualización a 0,1 m según la figura 21.
- La figura marcada con círculos se refiere a una distancia de 0,2 m.
- 30 La gráfica marcada con cuadrados se refiere a una distancia de 0,3 m.
- La gráfica marcada con triángulos se refiere a una distancia de 0,4 m.
- 35 La gráfica marcada con asteriscos se refiere a una distancia de 0,5 m.
- La gráfica marcada con un círculo negro se refiere a una distancia de 0,6 m.
- La gráfica marcada con una estrella negra se refiere a la caja de luz según la figura 22.
- 40 A partir de la comparación anterior, y la comparación del valor de la cantidad Q elegido como principio según la invención, será evidente que sólo la gráfica marcada con los cuadrados negros cumple con el principio de $Q < 1,0 - 1,2 \text{ m}^{-1}$, teniendo en cuenta también una pequeña profundidad y un bajo consumo de energía. Debe sacarse la conclusión de que, a pesar de las muchas técnicas generalmente conocidas y el conocimiento general del experto en la técnica en este campo, la invención puede realizar el objeto indicado usando medios sencillos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1, 8, 19, 21, 22, 125) de visualización tal como una caja de luz, por ejemplo para un anuncio iluminado, una señal de tráfico, un poste indicador, un techo iluminado, una pantalla TFT, una pantalla LCD, una esfera para un reloj o un instrumento de medición, dispositivo que comprende:
- 5 una carcasa (2);
- una fuente (3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 23, 26, 27, 43) de luz alojada en esta carcasa; y
- 10 al menos una cara (6, 7, 33, 42) de visualización translúcida de manera difusa iluminada por la luz desde esta fuente de luz;
- 15 medios (14) de orientación añadidos a la fuente de luz para obtener una característica direccional de la luz emitida por la fuente de luz de modo que la fuente de luz ilumina directamente al menos una pared (18, 28) casi exclusivamente, por ejemplo en más de un 75%; y
- esta al menos una pared es reflectante de manera difusa de modo que parte de la luz incidente sobre la misma se refleja a la cara de visualización,
- 20 caracterizado porque la al menos una pared se extiende al menos más o menos en la dirección transversal en relación con la cara de visualización, y
- la al menos una pared es opuesta a una pared sobre la que se dispone la fuente de luz.
- 25 2. Dispositivo de visualización según la reivindicación 1, en el que la proporción de la energía luminosa de la luz que se orienta directamente a la cara de visualización mediante la fuente de luz y sale a través de la cara de visualización asciende a menos de un 10% de la energía luminosa total de la luz emitida por la fuente de luz.
- 30 3. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera derivada con respecto a la posición de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización dividida entre el valor local de la luminancia tiene un valor máximo de aproximadamente $1,0-1,2 \text{ m}^{-1}$ en cualquier dirección.
- 35 4. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de orientación están integrados con la fuente de luz.
5. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de orientación comprenden medios ópticos de cuyo grupo forman parte medios de espejo y medios de lente.
- 40 6. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios (41) de apantallamiento colocados entre la fuente de luz y la cara de visualización para apantallar la luz orientada directamente a la cara de visualización mediante la fuente de luz.
- 45 7. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de luz se extiende por una distancia de al menos aproximadamente un 70% de una dimensión lineal de la cara de visualización.
8. Dispositivo de visualización según la reivindicación 7, en el que la fuente de luz comprende al menos una lámpara alargada.
- 50 9. Dispositivo de visualización según la reivindicación 8, en el que la lámpara es de tipo de luminiscencia, por ejemplo una lámpara fluorescente.
- 10, Dispositivo de visualización según la reivindicación 7, en el que la fuente de luz comprende un LED o al menos un grupo de LED que se extienden sustancialmente en la misma dirección.
- 55 11. Dispositivo de visualización según la reivindicación 10, en el que un grupo de LED están dispuestos adyacentes entre sí en una fila.
- 60 12. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una segunda pared reflectante de manera difusa, que recibe parte de la luz reflejada por la primera pared reflectante de manera difusa y dirige parte de la misma a la cara de visualización.
- 65 13. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la característica direccional es tal que la fuente de luz ilumina la o una pared directamente iluminada al menos más o menos de manera homogénea, o garantiza que la pared directamente iluminada forme una fuente de línea al menos más o

menos homogénea.

5 14. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una pared está dotada de una capa de recubrimiento de color claro, en particular sustancialmente blanca, que consiste en un material del grupo que incluye: una pintura mate, una pintura con brillo satinado, papel blanco, película LEF (marca registrada de la empresa 3M).

10 15. Dispositivo de visualización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la característica direccional de la luz emitida por la fuente de luz tiene un ángulo de apertura de aproximadamente 4° , en una dirección transversal a una dirección longitudinal de la pared opuesta.

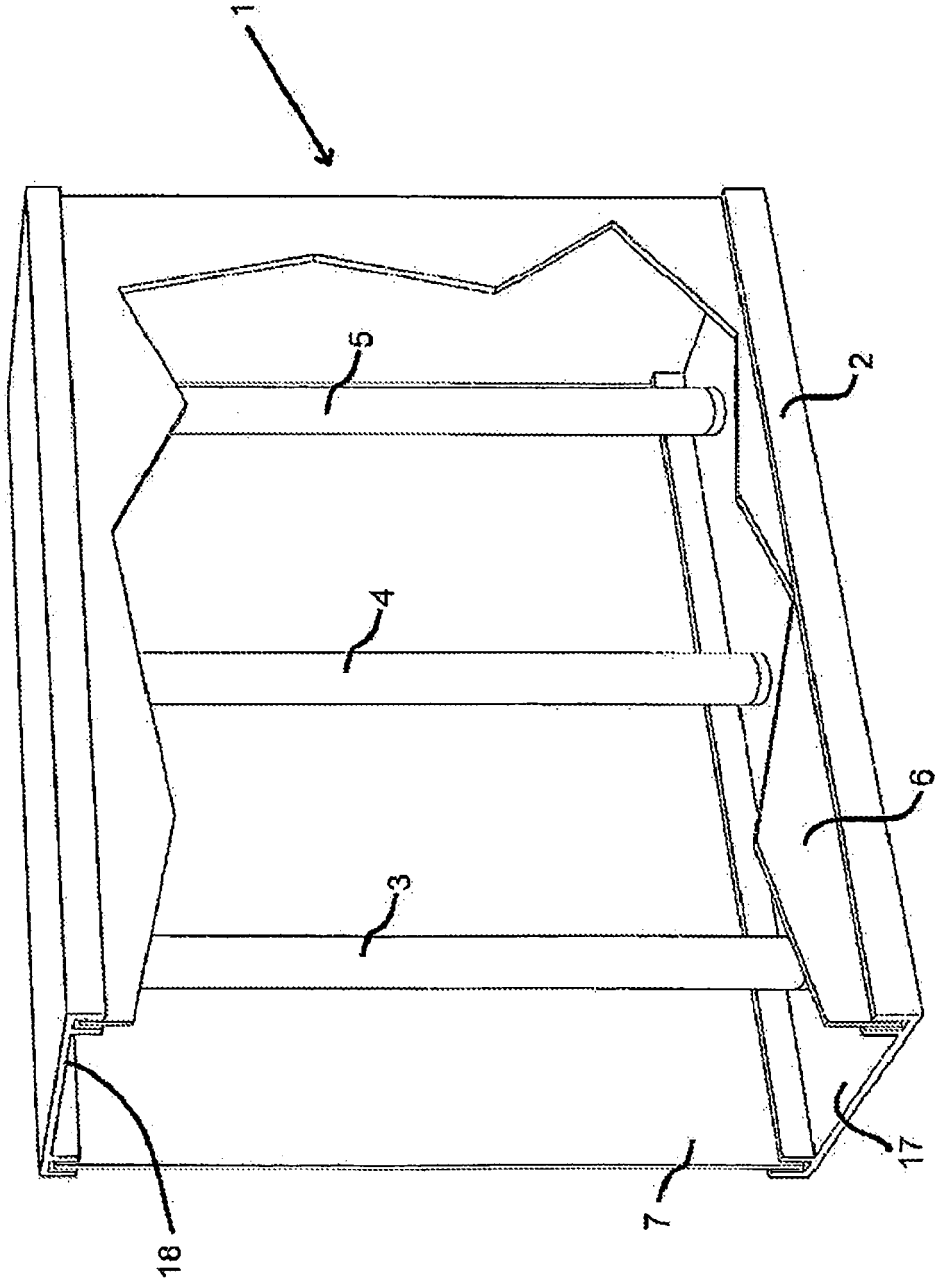


FIG. 1

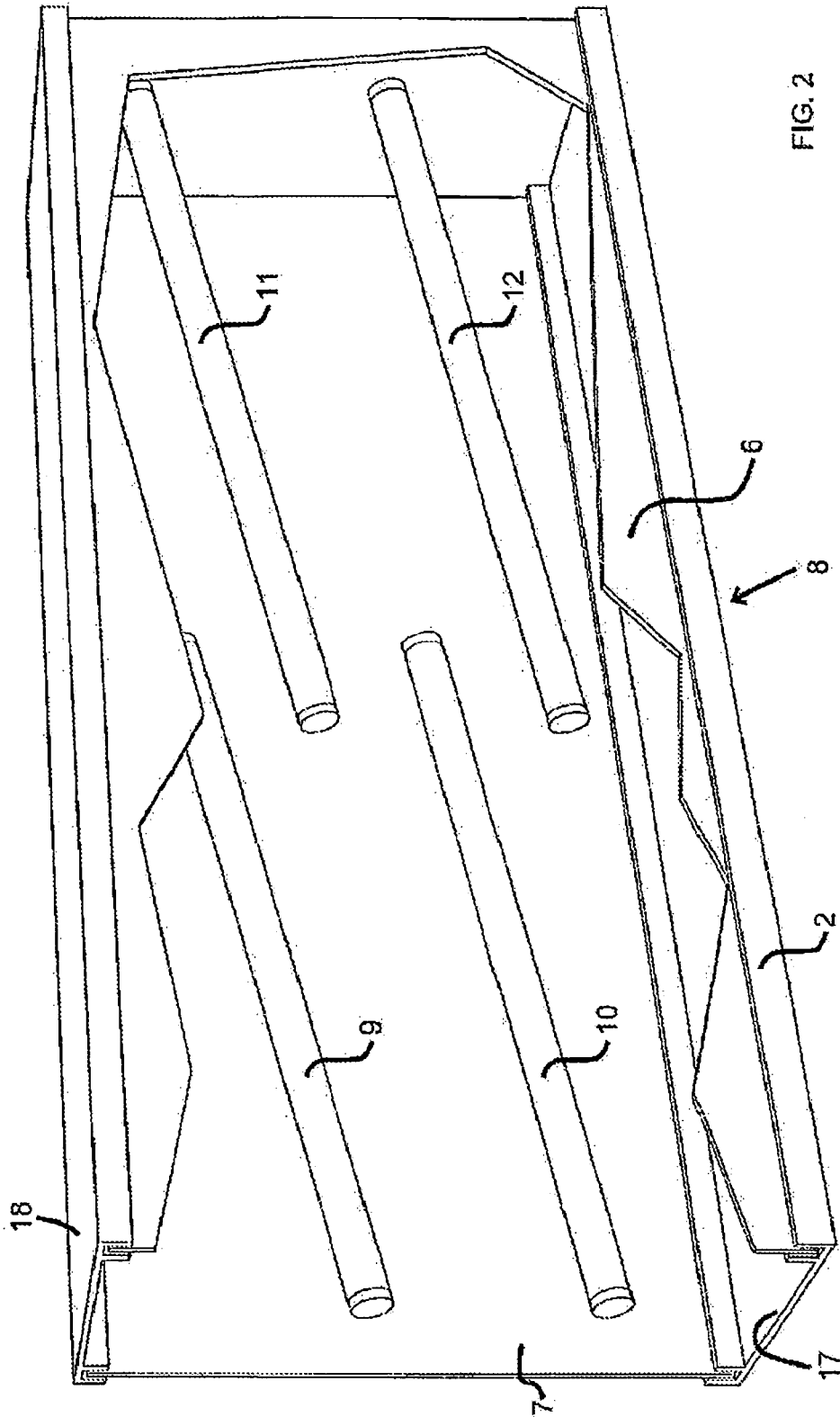


FIG. 2

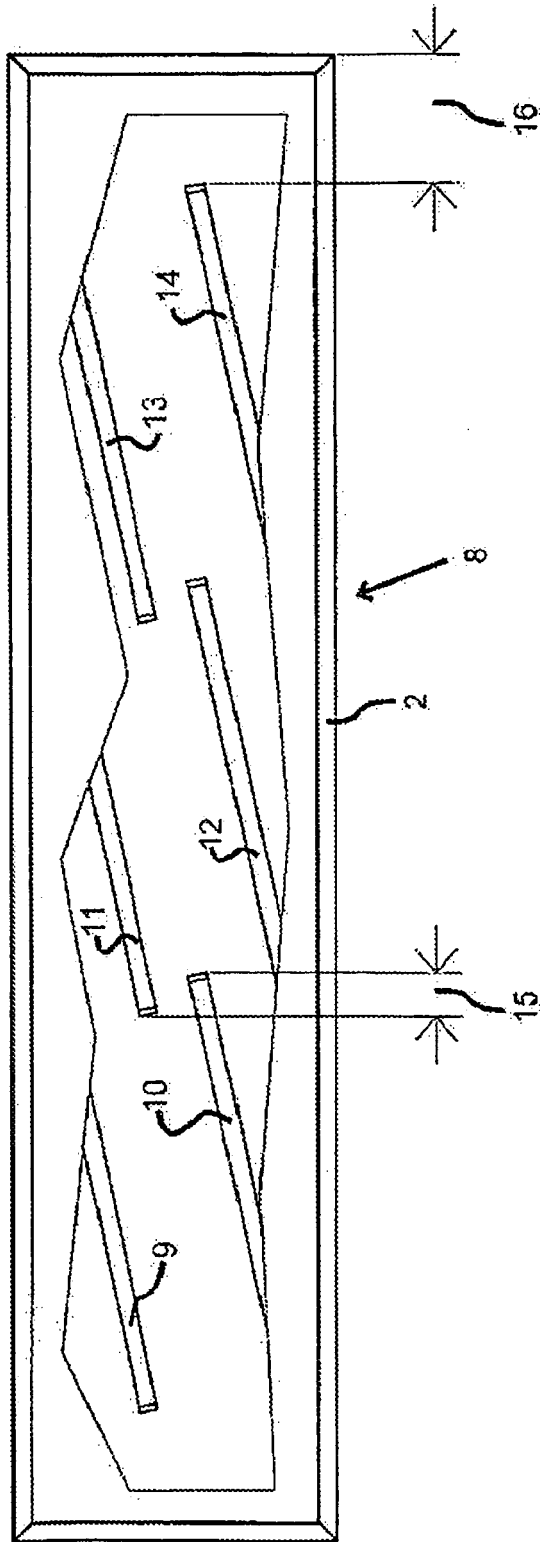


FIG. 3

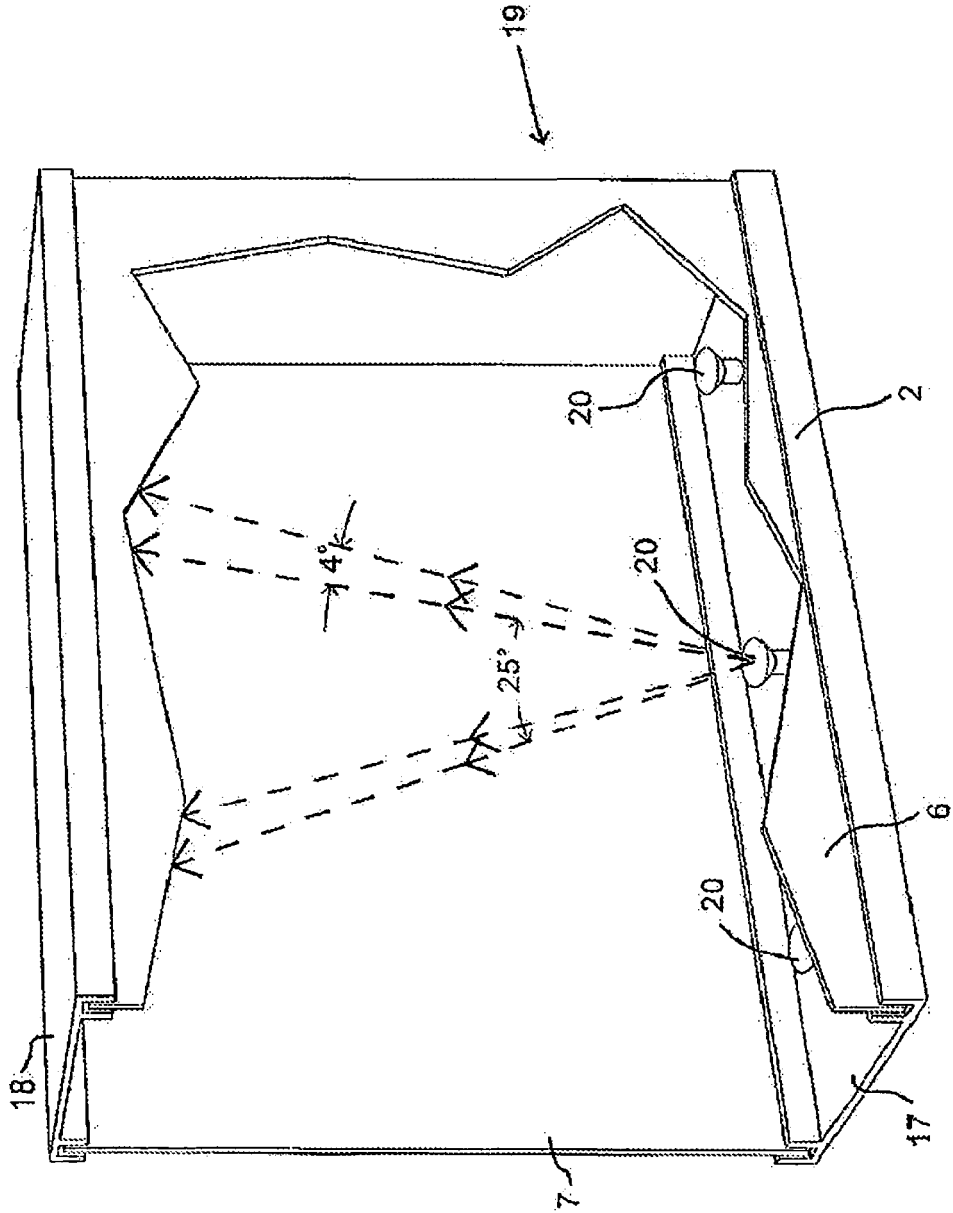


FIG. 4

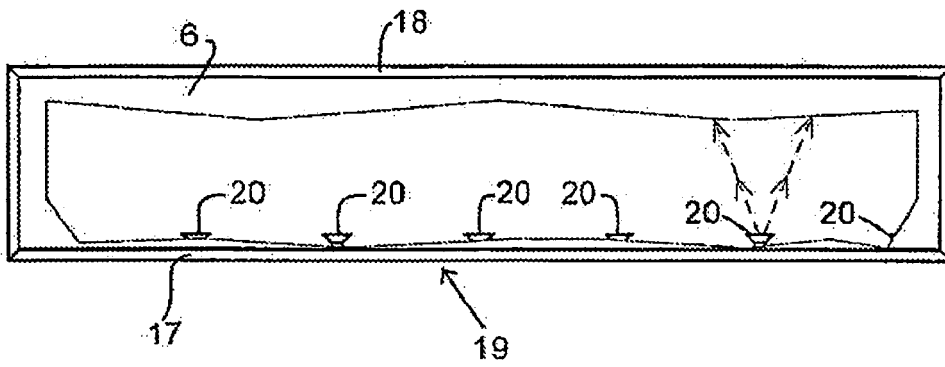


FIG. 5

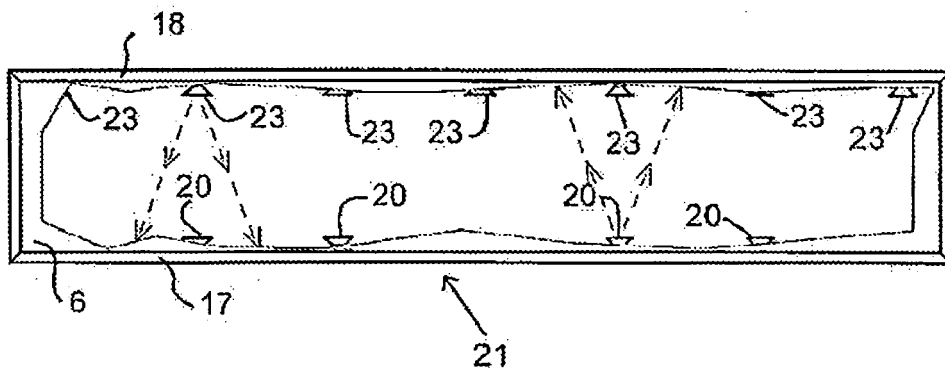


FIG. 6

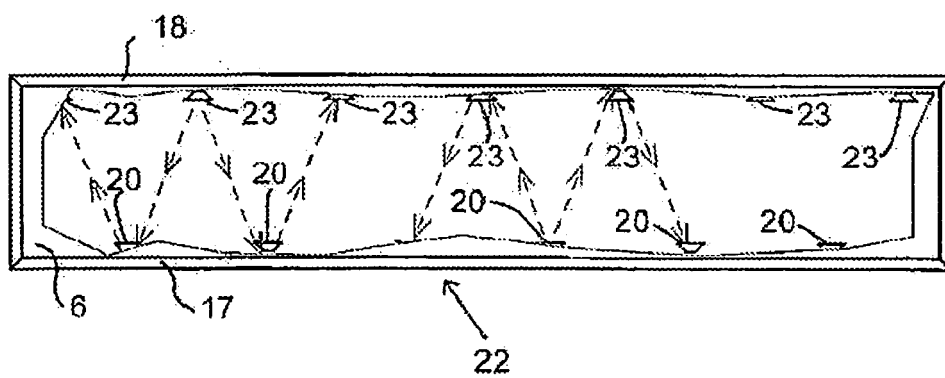


FIG. 7

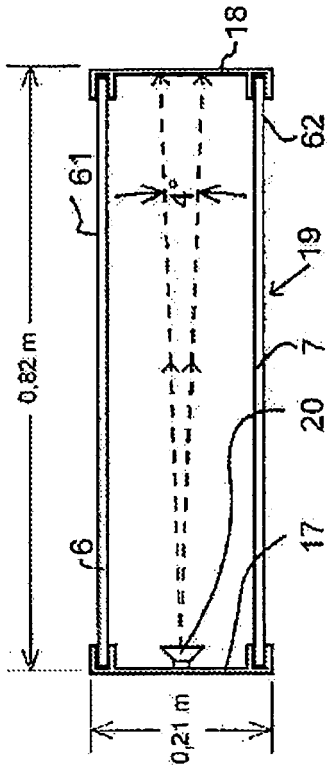


FIG. 9A

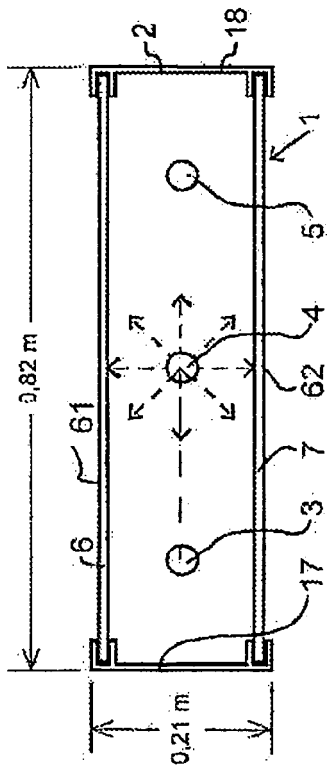


FIG. 8A

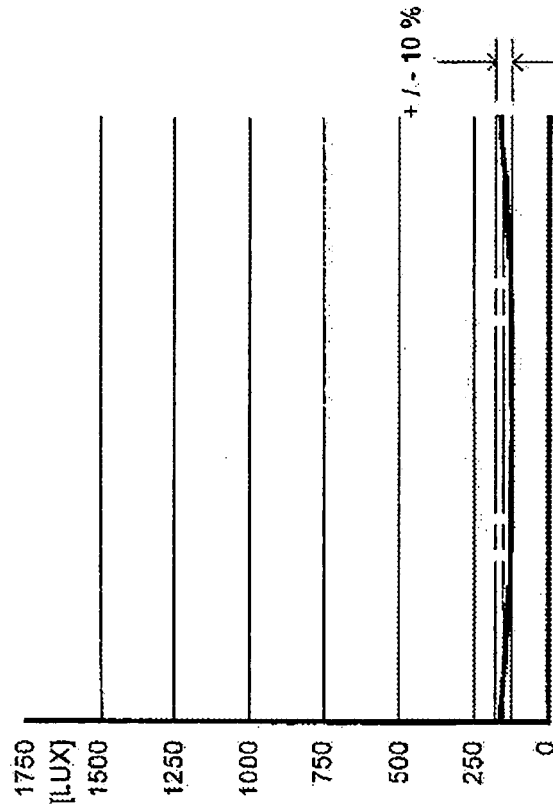


FIG. 9B

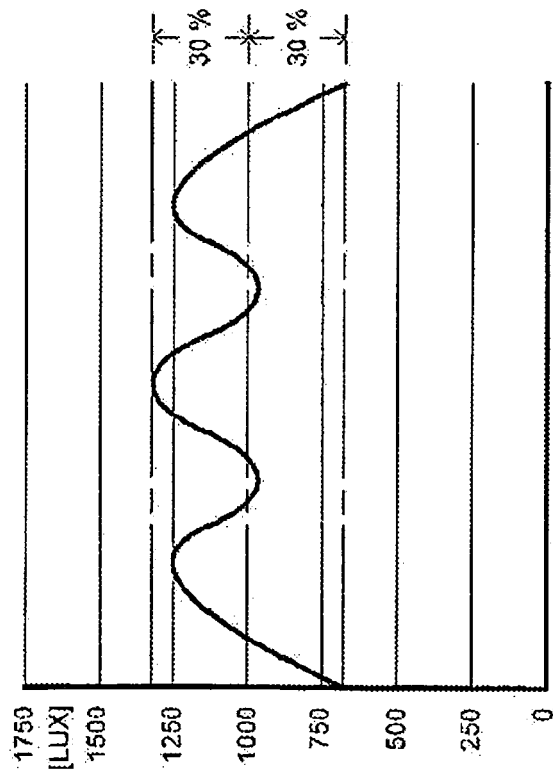


FIG. 8B

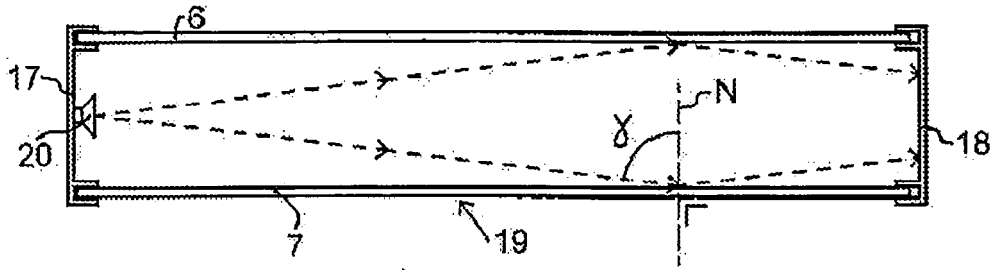


FIG. 9C

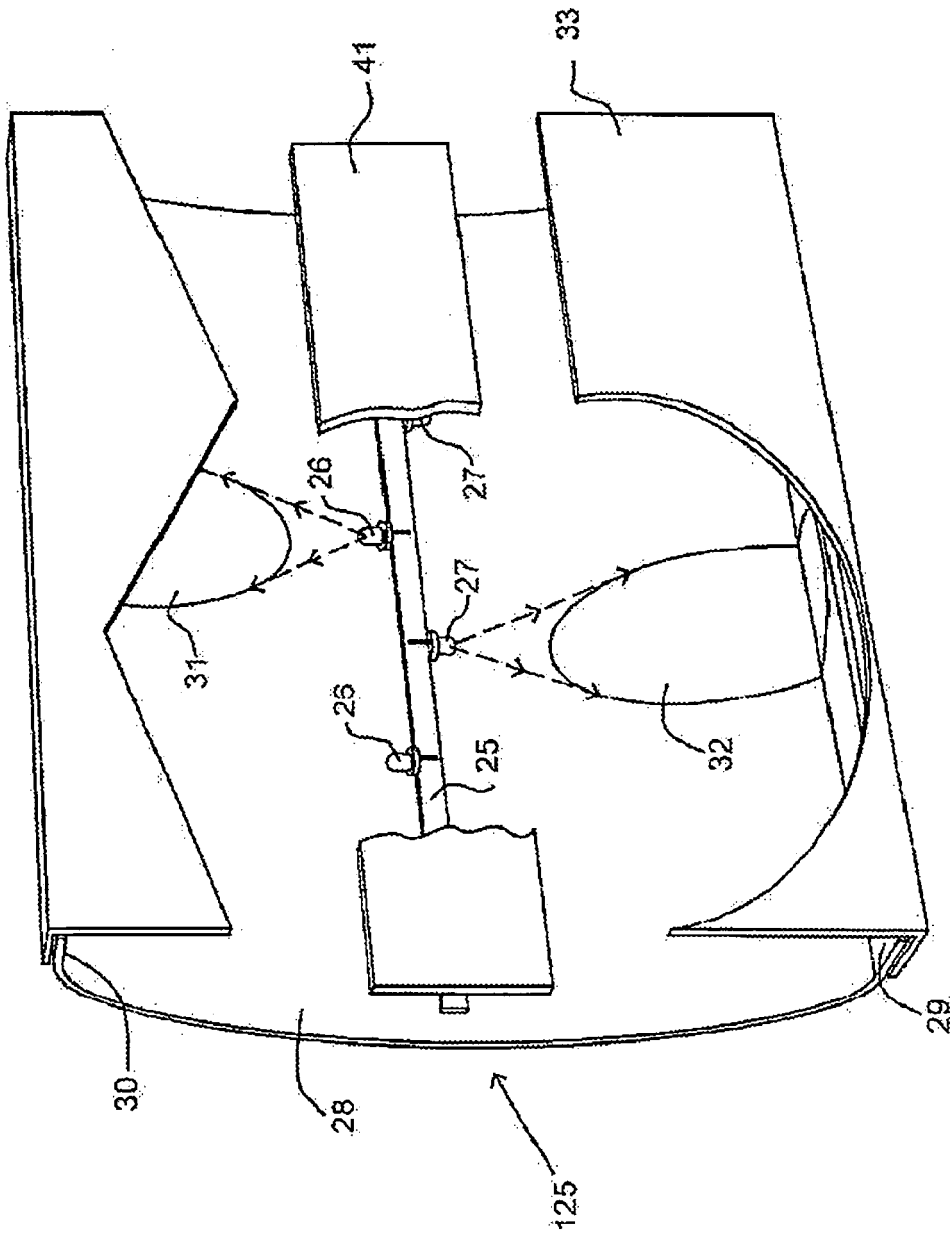


FIG. 10

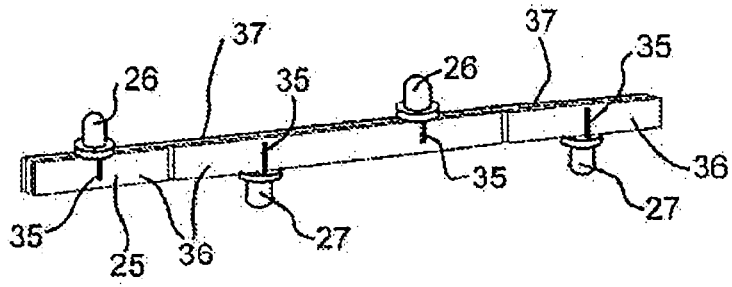


FIG. 11

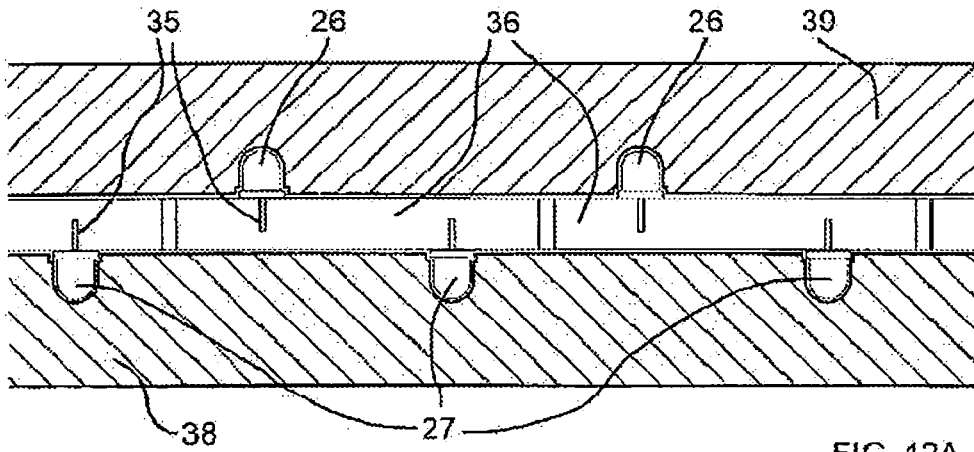


FIG. 12A

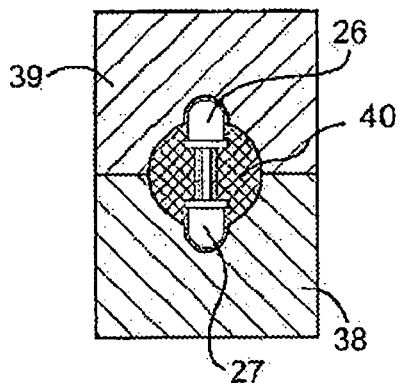


FIG. 12B

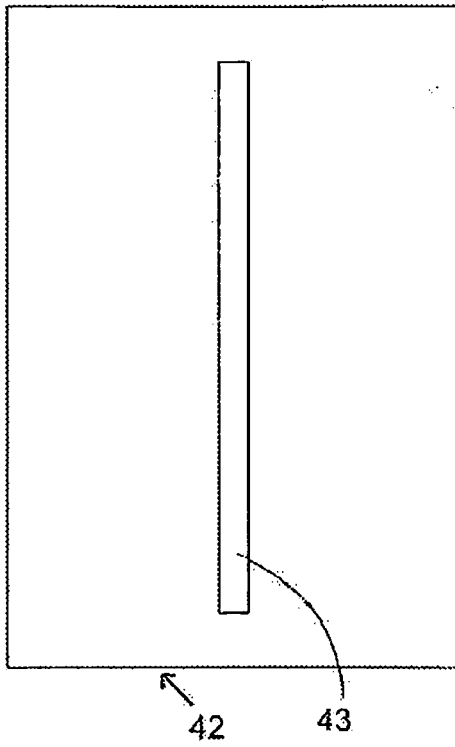


FIG. 13A

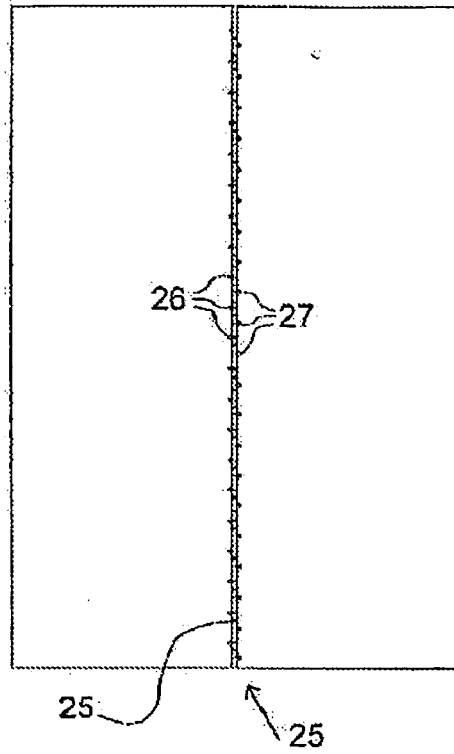


FIG. 14A

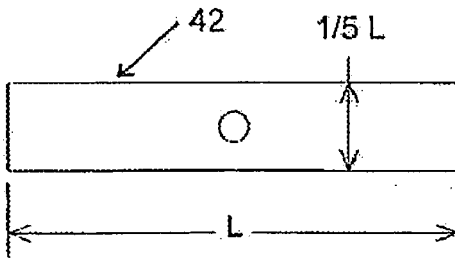


FIG. 13B

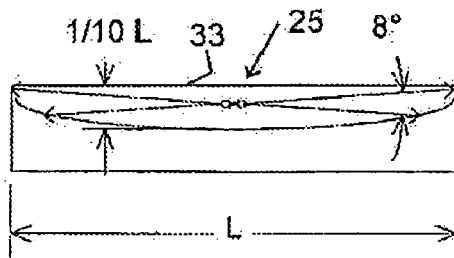


FIG. 14B

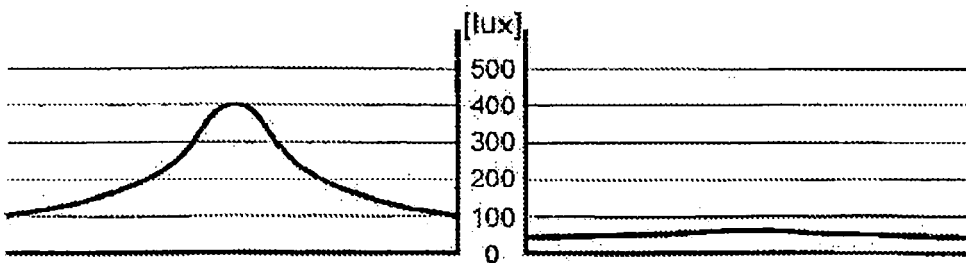


FIG. 13C

FIG. 14C

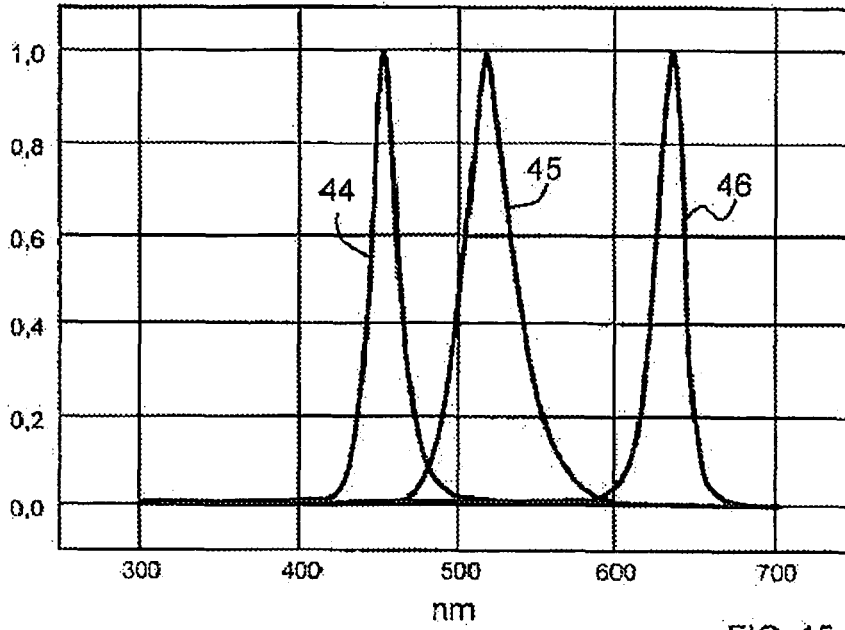


FIG. 15

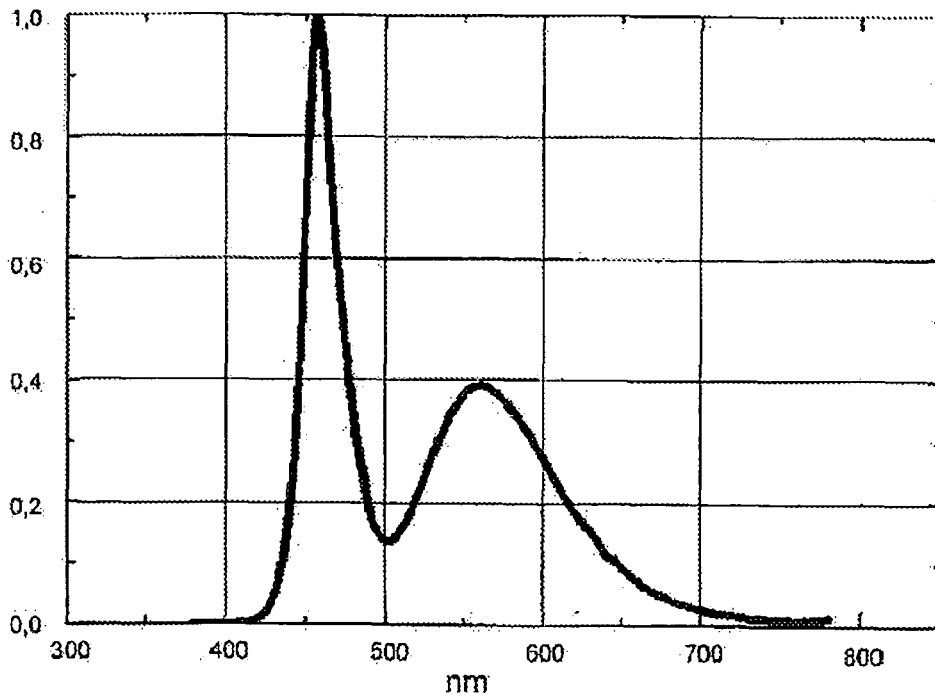


FIG. 16

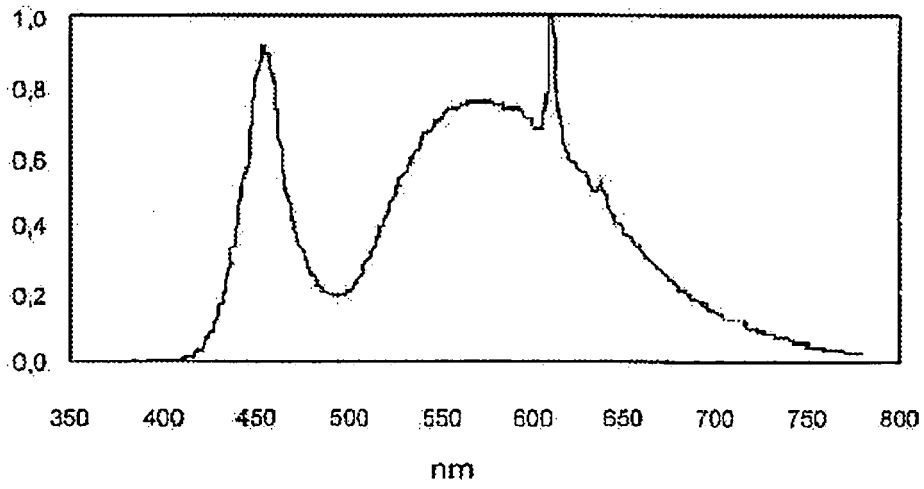


FIG. 17

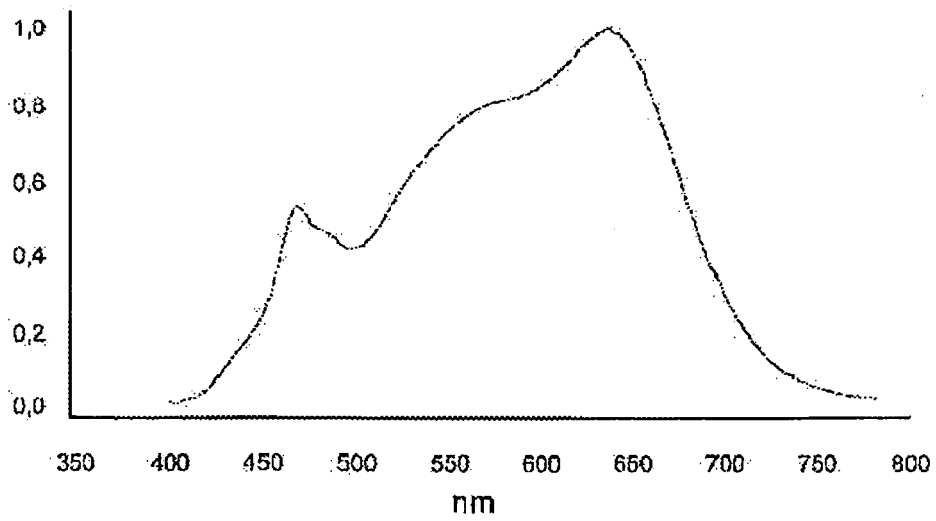


FIG. 18

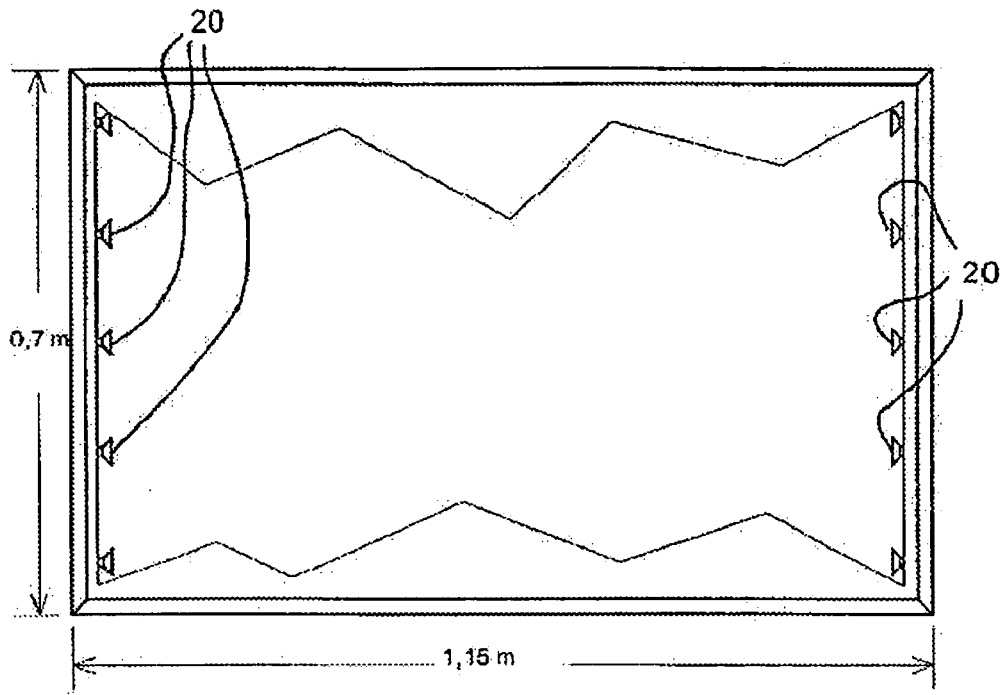


FIG. 19A

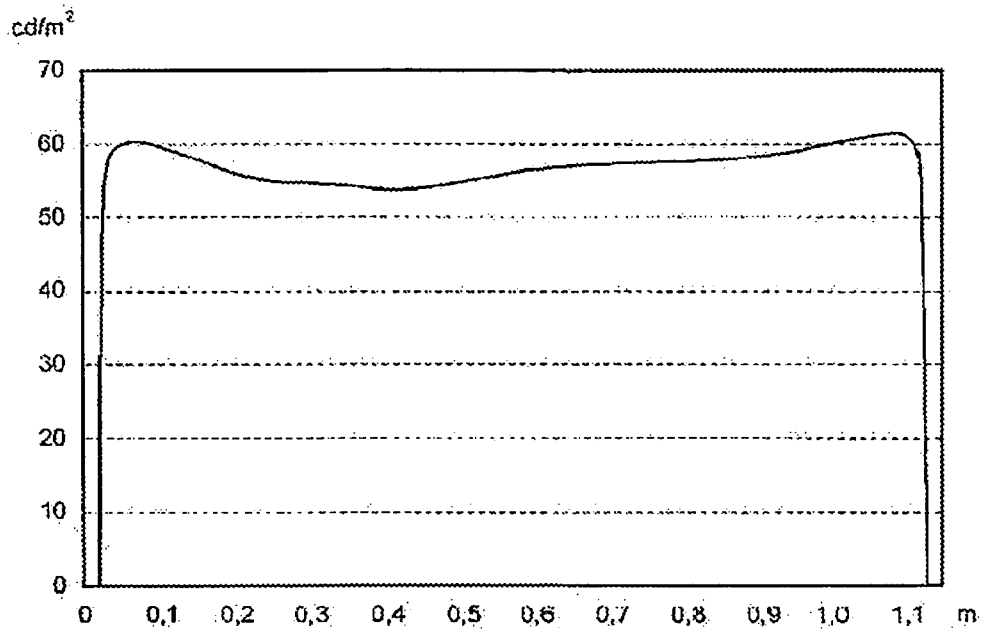


FIG. 19B

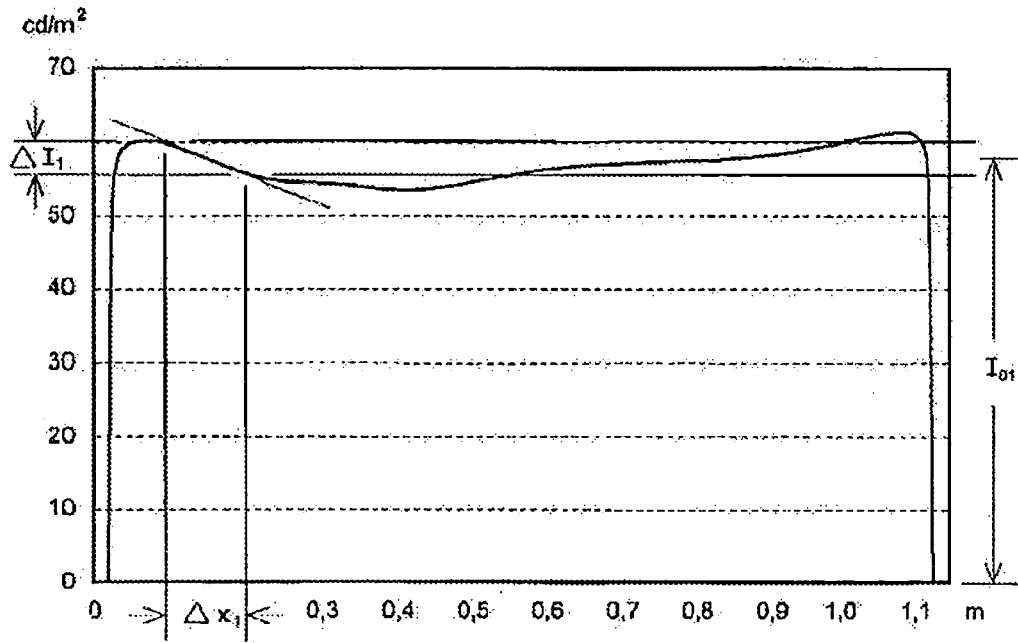


FIG. 19C

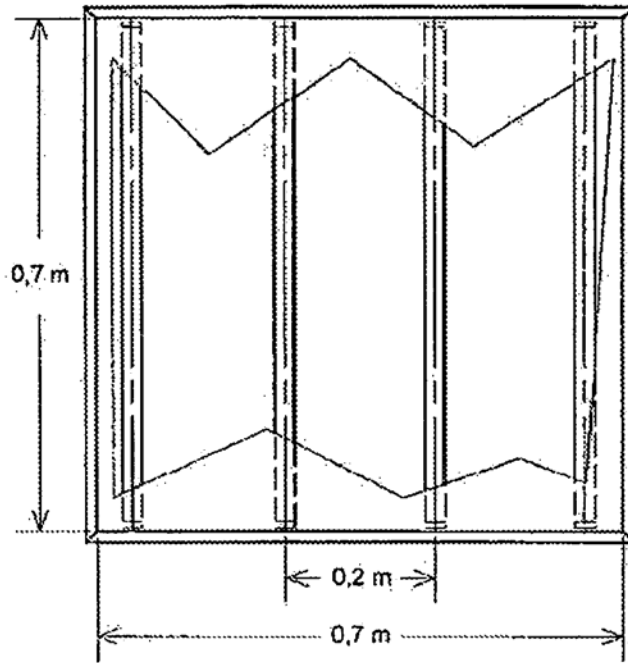


FIG. 20A

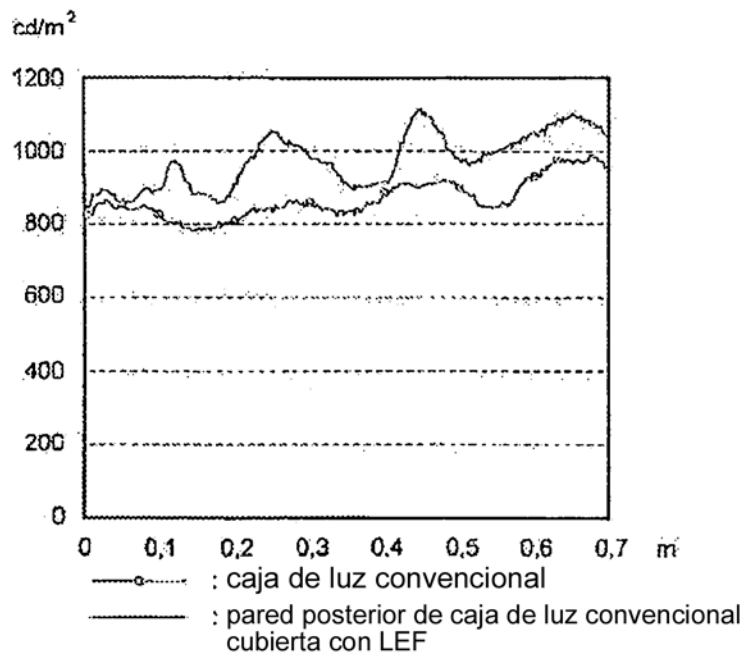


FIG. 20B

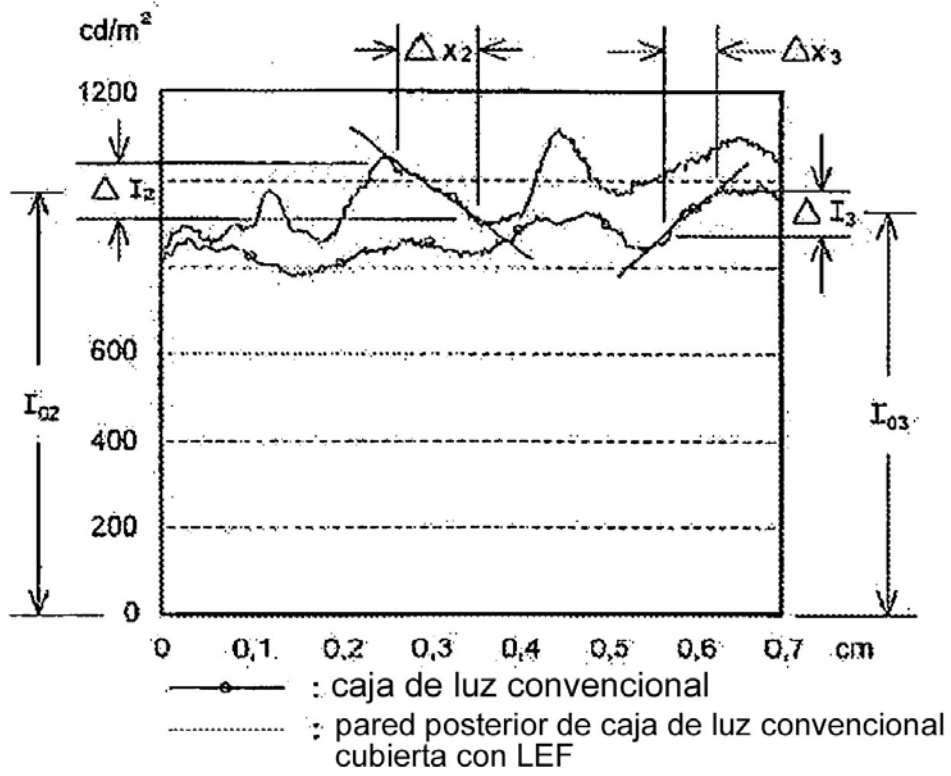


FIG. 20C

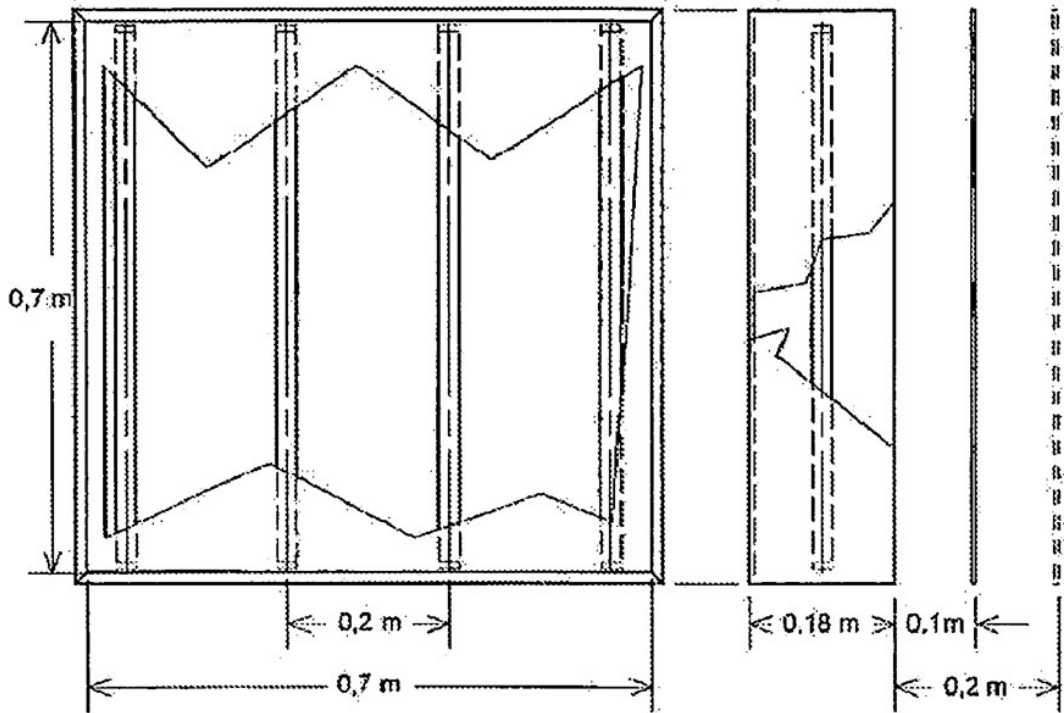


FIG. 21A

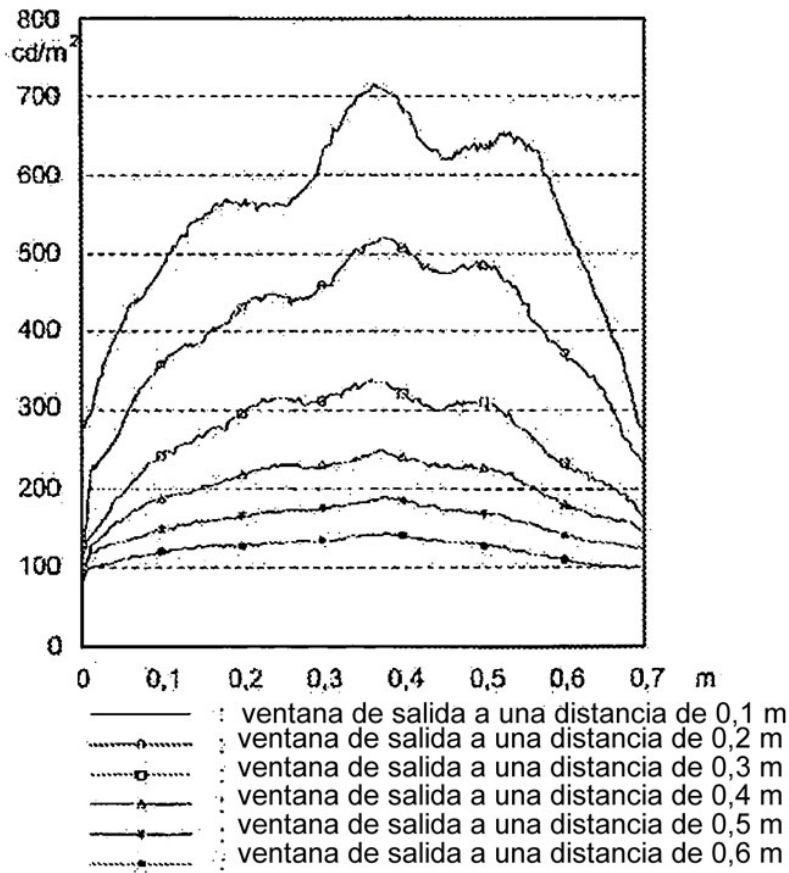


FIG. 21B

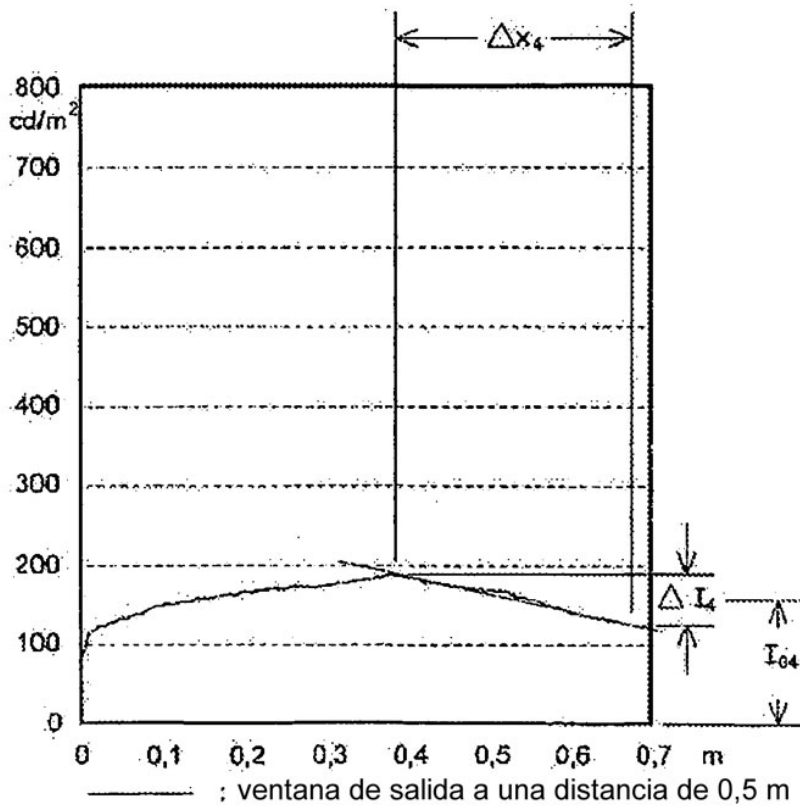


FIG. 21C

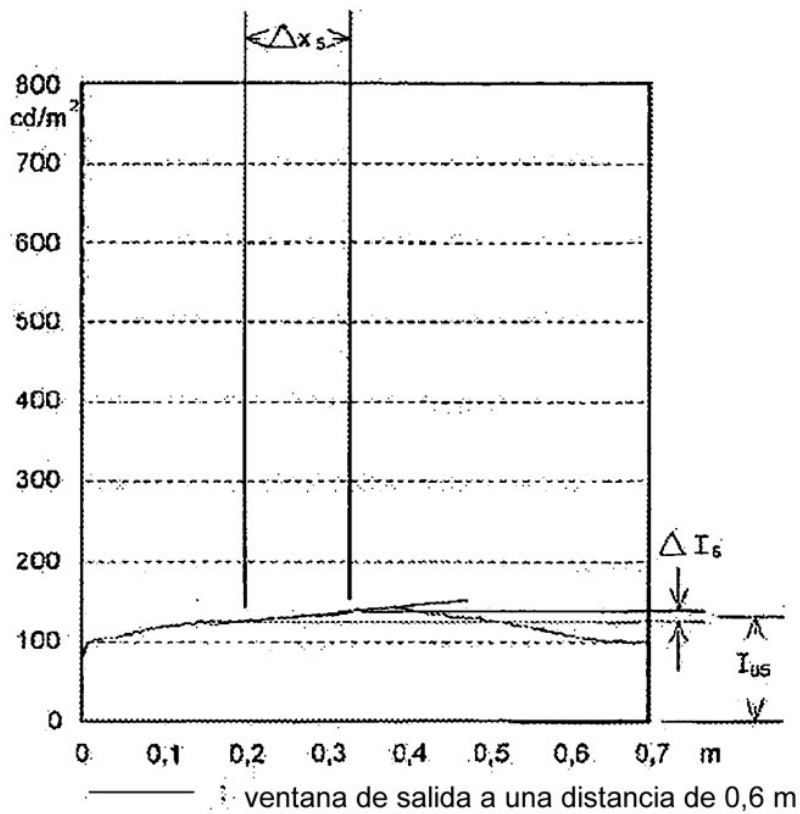
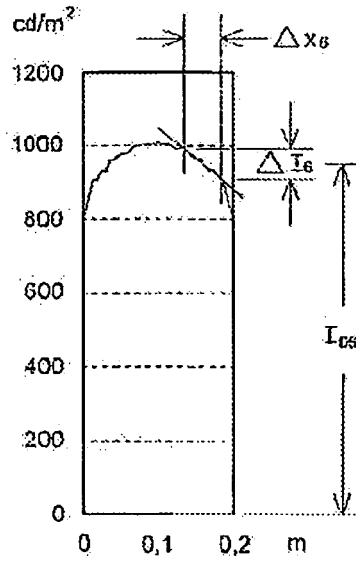
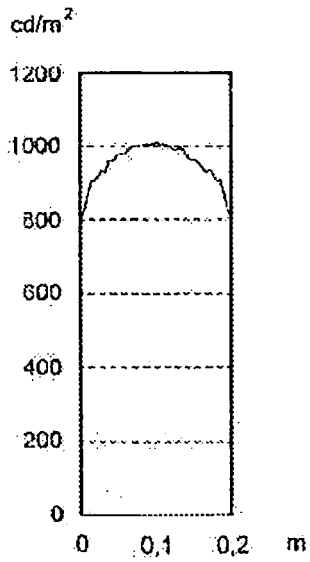
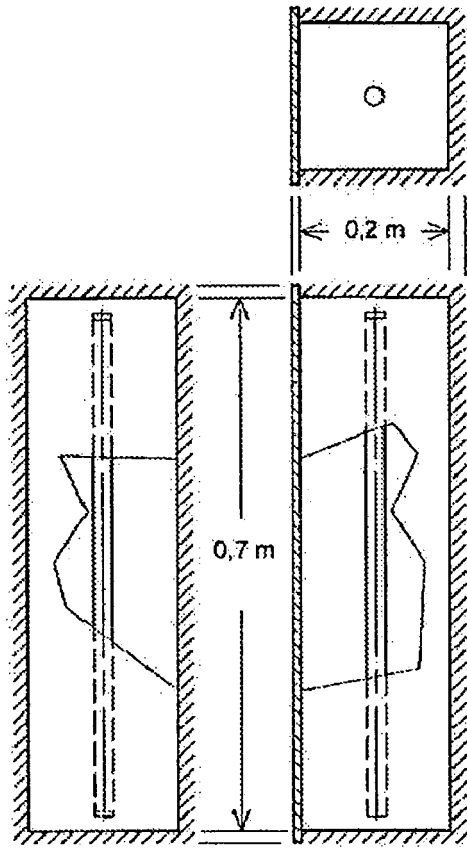


FIG. 21D



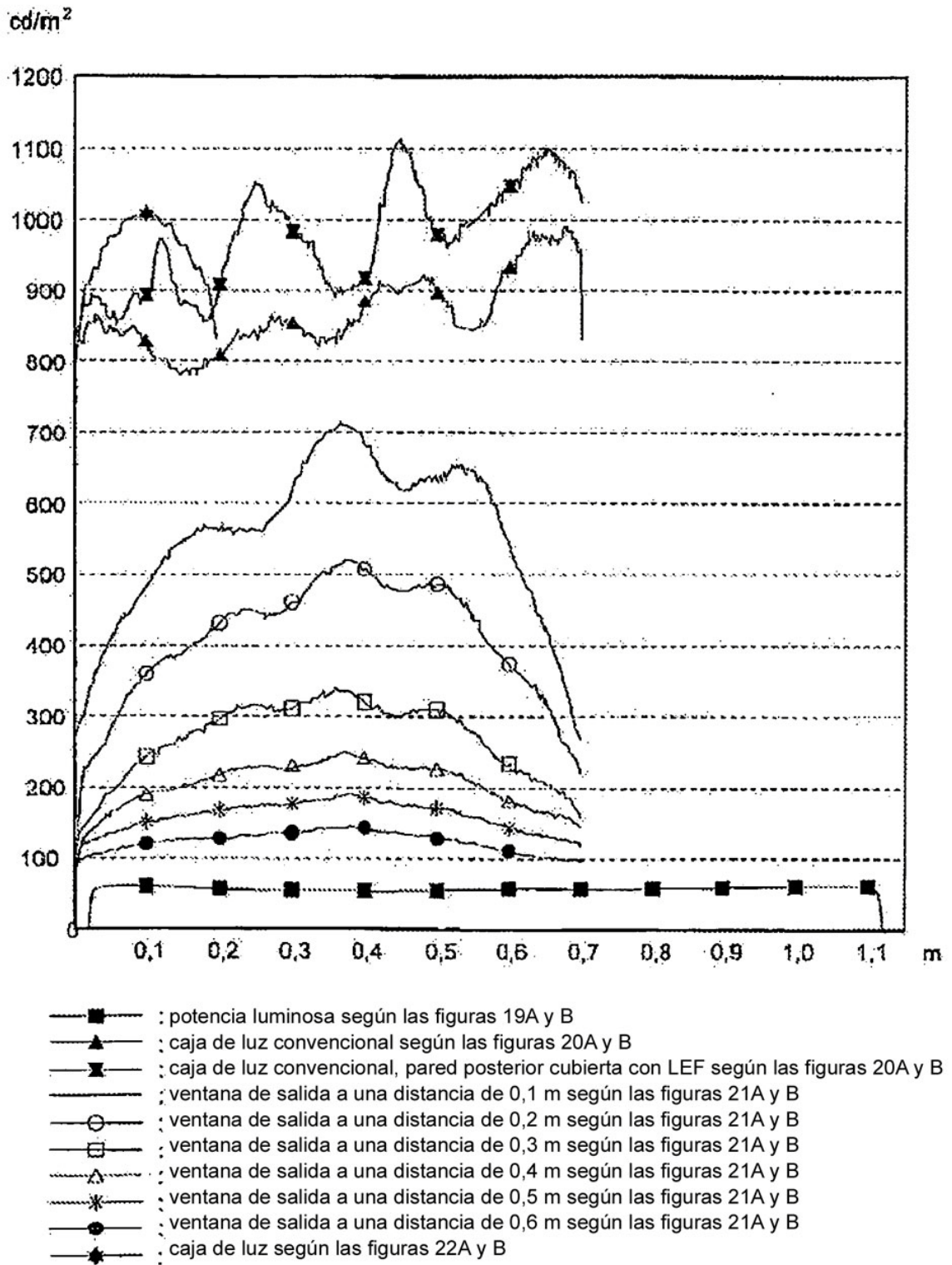


FIG. 23

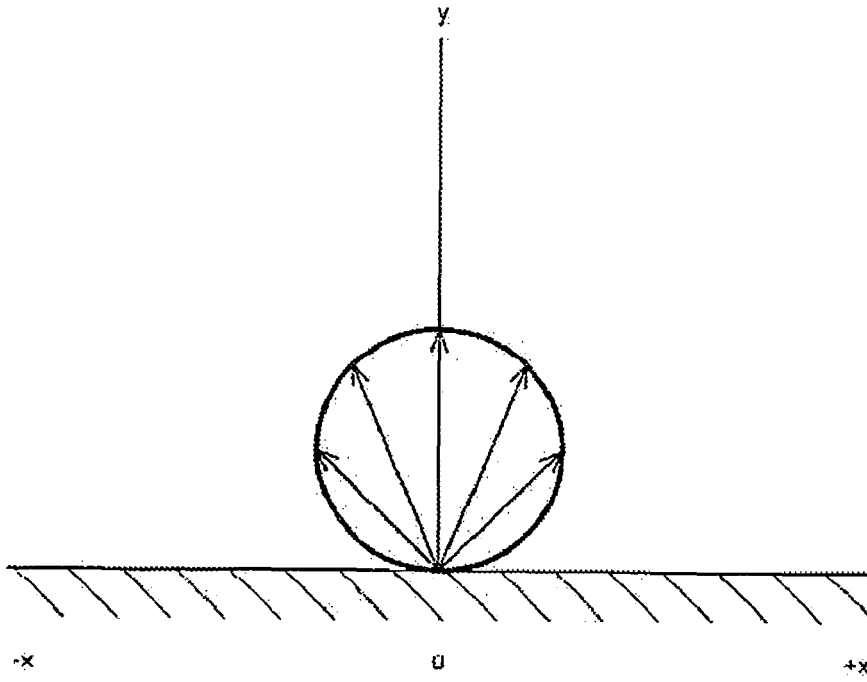


FIG. 24