

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 358**

51 Int. Cl.:

G02F 1/1335 (2006.01)

G09F 13/14 (2006.01)

G09F 13/22 (2006.01)

G09F 13/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2006** **E 11173044 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2390866**

54 Título: **Fuente de luz**

30 Prioridad:

11.10.2005 NL 1030161

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2017

73 Titular/es:

PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 45
5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

MEULENBELT, MATTHIJS DIRK

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 603 358 T3

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

DESCRIPCIÓN

Fuente de luz

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a una fuente de luz, por ejemplo, para su uso en 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, un dial para un reloj o un instrumento de medición, cuyo dispositivo comprende: un alojamiento, una fuente de luz alojada en este alojamiento y al menos una cara de visualización translúcida de forma difusa iluminada por la luz de esta fuente de luz.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Se conoce dicho dispositivo de visualización en muchos modos de realización.

Se conoce un dispositivo del tipo indicado en el preámbulo, por ejemplo, a partir del documento US-A-5 457 615. En el dispositivo de visualización conocido a partir del mismo, se hace uso de un número de fuentes de luz omnidireccionales para iluminar una cara de visualización translúcida de forma difusa. Las superficies internas toman una forma reflectante. Por medio de una placa translúcida de forma difusa, llamada difusor, la luz emitida por la lámpara en la dirección de la cara de visualización se intercepta y se difunde por esta placa translúcida de forma difusa.

La descripción del documento US-A-5 457 615 no da ninguna indicación en cuanto al grado de difusividad del paso de luz a través de la placa translúcida de forma difusa. Sin embargo, debe suponerse que las fuentes de luz son visibles para un observador en el lado externo del dispositivo, lo que se considera indeseable de acuerdo con la invención. Una parte sustancial de la luz emitida por las fuentes de luz alcanza, por lo tanto, la cara de visualización directamente a través de la placa translúcida de forma difusa. La parte restante de la luz emitida por las fuentes de luz se refleja de manera especular por las superficies internas altamente reflectantes a modo de espejo del alojamiento y, después de un número de reflexiones, alcanza la cara de visualización de una manera que no se especifica con más detalle. Debido a esta reflexión a modo de espejo, no es posible impedir que las fuentes de luz sean visibles en la superficie externa de la cara de visualización, por lo cual dan como resultado zonas más oscuras y más claras. Las transiciones entre las mismas pueden detectarse fácilmente por el ojo humano. Si la transición de contraste excede un valor determinado a lo largo de una distancia corta, esto puede manifestarse de una forma muy irritante. Este aspecto se discutirá en el presente documento a continuación.

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

40 Debería prestarse un poco de atención en este punto a las diversas posibilidades, conocidas a partir de la bibliografía o que se sitúan dentro del alcance de la persona experta, para irradiar una cara de visualización translúcida de forma difusa de tal manera que la luminancia se hace lo más uniforme posible en la superficie externa de la misma:

45 1. Puede hacerse uso de una cara de visualización translúcida de forma difusa con un grosor sustancial y/o una transmisión de luz muy limitada. Debe entenderse que, de esta manera, puede lograrse cierta homogeneización para un material, por ejemplo, tal como vidrio de color blanco o plásticos translúcidos de forma difusa correspondientes funcionalmente. El inconveniente de esta solución es que la pérdida de energía luminosa puede ser muy sustancial. Esto significaría que, para lograr una luminancia determinada, debe hacerse uso de una fuente de luz que consuma una cantidad relativamente grande de energía.

50 2. Como alternativa, puede hacerse uso de un número de placas translúcidas de forma difusa, que estén colocadas a una distancia mutua y que sean, por ejemplo, idénticas o similares a la cara de visualización. Un grado mejorado de homogeneidad de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización se realiza debido a la distancia mutua entre dichas placas. Esta buena solución por sí misma tiene también el inconveniente de dar como resultado una gran pérdida de energía luminosa.

60 3. Cuando aumente la distancia de la fuente hacia la cara de visualización, mejorará la homogeneidad de la luminancia en la superficie externa de esta cara de visualización. El inconveniente de esta solución es que el alojamiento se vuelve voluminoso y, particularmente, adquiere una gran profundidad, lo que no es deseable y a veces incluso inaceptable para aplicaciones específicas. Debe suponerse además que debe absorberse la luz que no se orienta directamente en la cara de visualización de la fuente de luz, puesto que efectos de reflexión impredecibles se producen quizá de otra forma, lo que hace que la luminancia aumente, pero tienen un efecto adverso sobre la homogeneidad.

65

4. Puede hacerse uso de una fuente de luz con una superficie radiante grande. Por ejemplo, es posible prever una superficie provista de un patrón similar a una rejilla de fuentes de luz pequeñas, tales como lámparas halógenas o LEDs. Aunque con un buen diseño esta solución puede producir un grado razonable de homogeneidad de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización, los altos costes son prohibitivos.

5. Puede hacerse uso de medios ópticos, en particular, lentes, espejos o combinaciones de los mismos, que estén diseñados de tal manera que la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización sea constante dentro de cierta tolerancia. Sin embargo, el diseño de dichos sistemas es complicado al ser totalmente dependiente del dimensionado pertinente y, consecuentemente, es caro.

SUMARIO DE LA INVENCION

Se conoce más generalmente y es común un dispositivo de visualización para propósitos de publicidad que incorpora una o más lámparas fluorescentes como fuente de luz. Dicho dispositivo de visualización tiene la ventaja evidente de un alto rendimiento de luz. Sin embargo, esto se contrarresta por el inconveniente, que es dominante en la práctica, de que la cara de visualización traslúcida de forma difusa tiene una alta intensidad de luz en un área de una distancia relativamente corta desde la lámpara fluorescente. Sin embargo, esta intensidad de luz no disminuye rápidamente cuando disminuye la distancia del área iluminada de la cara de visualización relativa a las lámparas fluorescentes. Esto da como resultado sorprendentemente el fenómeno de que, a pesar de la alta intensidad de luz realizada en dicha primera área, la legibilidad total se percibe a menudo como muy pobre debido a las diferencias en contraste con las áreas menos iluminadas fuertemente.

Se han hecho intentos para obviar este inconveniente conocido por el uso de más de una lámpara fluorescente o de otra fuente de luz, pero el inconveniente indicado de un área fuertemente iluminada en contraste con áreas menos iluminadas fuertemente por la presente no puede obviarse de forma satisfactoria. En previsión de la descripción siguiente de las figuras en el presente documento a continuación, se hace referencia ahora a este respecto a las Figs. 1, 2, 3, 8A y 13 y a la descripción asociada con dichas figuras.

Se han hecho además intentos para reducir las diferencias de intensidad disponiendo una rejilla con una progresión específica, que protege la luz de la fuente de luz de forma local en mayor o menor medida. Ni siquiera con esto se han logrado los resultados deseados.

Es un objeto de la invención proporcionar una fuente de luz adecuada para un dispositivo de visualización de tal manera que la cara de visualización se ilumina de forma homogénea dentro de tolerancias relativamente estrechas. Las pruebas han indicado que no es solamente la luminancia, sino, en una medida más predominante, la homogeneidad de la luminancia que determina la visibilidad de la información presente en la cara de visualización, por ejemplo, la legibilidad de los textos presentes en la misma. Para cajas de luz, es posible prever, por ejemplo, una luminancia en el intervalo de alrededor de 10-5.000 lux. Será evidente que, particularmente en algunas de las aplicaciones indicadas, tales como carteles publicitarios y señales de tráfico, esto es de esencial importancia.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, la invención proporciona una fuente de luz del tipo indicado en el preámbulo, que tiene la característica de que la fuente de luz comprende al menos una lámpara alargada, formándose la lámpara alargada por una pluralidad de al menos tres LEDs que se extienden sustancialmente en una misma dirección y en cada uno de los LEDs se añaden medios de orientación respectivos a fin de obtener una característica direccional de la luz emitida por la fuente de luz, de tal manera que la fuente de luz ilumina directamente al menos una pared casi exclusivamente, por ejemplo, más del 75 %; y de que esta al menos una pared es reflectante de forma difusa de tal manera que una parte de la luz incidente sobre la misma se refleja en la cara de visualización.

Anticipándose a la descripción de las figuras siguientes en el presente documento a continuación, se hace referencia a la Fig. 24 en relación con el término "reflectante de forma difusa". Esta figura muestra en dos dimensiones la característica direccional sustancialmente esférica correspondiente con la reflexión difusa. El origen del sistema de coordenadas dibujado, es decir, $[x = 0; y = 0]$, es el punto donde la luz es incidente sobre la superficie reflectante de forma difusa. Se reflejará luz de acuerdo con el diagrama direccional dibujado sustancialmente independientemente de la dirección en la que se produzca esta incidencia de luz. La fracción más grande dejará la superficie perpendicular del mismo, también en la dirección del eje y. En la dirección del eje x, la fracción será sustancialmente 0. Los valores relativamente intermedios se dan por 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 una fuente de luz de acuerdo con la invención en la que la proporción de la energía luminosa de la luz está orientada directamente en la cara de visualización del dispositivo de visualización de la fuente de luz (= módulo LED) y sale a través de las cantidades de caras de visualización a menos del 10 % de la energía luminosa total de la luz emitida por la fuente de luz. Esto impide que la fuente de luz sea visible para un observador.

Altamente recomendable es un modo de realización en el que la primera derivada de la posición de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización dividida por el valor local de la luminancia tiene un valor máximo de

alrededor de 1,0 a 1,2 m⁻¹ en cualquier dirección. Las pruebas han mostrado que dicho valor forma la transición entre una buena homogeneidad, como se percibe por el ojo humano, y el discernibilidad de las diferencias de luminancia. Cuando el valor de dicha primera derivada normalizada se vuelva más grande, un contraste se volverá cada vez más discernible y, finalmente, aumentará a proporciones irritantes e incluso inaceptables.

5 Cabe destacar aquí 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 de luz emitida por la fuente de luz como sea posible alcance una pared reflectante de forma difusa. Los medios de orientación pueden ser medios independientes que se añadan a la fuente de luz. Alternativamente, el dispositivo de visualización puede tener la característica especial de que los medios de orientación estén integrados con la fuente de luz.

De acuerdo con un aspecto específico de la invención, el dispositivo de visualización tiene la característica especial de que los medios de orientación comprenden medios ópticos del grupo del que forman parte medios de espejo y medios de lente.

Se llama la atención en el hecho de que las caras de visualización conocidas para los dispositivos de visualización de la técnica anterior se realizan como placas, por ejemplo, de un plástico o vidrio de color blanco lechoso, que son completamente lisas en ambos lados. Como se sabe por la óptica, un haz de luz incidente sobre una superficie lisa en un ángulo que varía sustancialmente a partir de una incidencia normal no entrará en el medio en cuestión en el caso en que se supere el denominado ángulo de Brewster. En el caso presente, puede hacerse uso del mismo, permitiendo que parte de la luz de la fuente de luz sea incidente directamente sobre la superficie interna de la cara de visualización, pero en un ángulo de tal manera que dicha luz se refleja, en teoría, totalmente y alcanza la pared reflectante de forma difusa después de la reflexión. Este aspecto se discutirá más adelante con referencia a la Fig. 9C.

Será evidente que debe impedirse tanto como sea posible de acuerdo con la invención que la luz de las fuentes de luz, que corresponde, por ejemplo, a un lóbulo lateral de la característica direccional, caiga directamente sobre la cara de visualización de manera descontrolada. Con el fin de impedir este fenómeno, que se produce en las fuentes de luz más disponibles en el mercado, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende, en un modo de realización especial, medios de protección situados entre la fuente de luz y la cara de visualización para el propósito de proteger la luz orientada directamente en la cara de visualización por la fuente de luz. La influencia de las imperfecciones de la fuente de luz se elimina completamente de esta manera.

35 Con el fin de garantizar la mejor homogeneidad posible de la iluminación dentro de límites estrechos, el dispositivo de visualización puede tener la característica especial de que la fuente de luz se extiende a lo largo de una distancia de al menos alrededor del 70 % de una dimensión lineal de la cara de visualización.

Muy simple es un modo de realización en el que la fuente de luz comprende al menos una lámpara alargada, por ejemplo, como la que se forma por LEDs dispuestos adyacentes entre sí en una fila.

Se ha encontrado que, para el intervalo de intensidad de alrededor de 10-5.000 lux aplicados a menudo en la práctica para cajas de luz, la intensidad absoluta de la luz emitida desempeña solamente un papel subordinado en la visibilidad de la información presentada y una medida de la calidad realizada es la homogeneidad de la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización. A este respecto, el dispositivo de visualización puede tener la característica especial de acuerdo con un modo de realización preferido de que la fuente de luz comprende un LED o al menos un grupo de LEDs que se extienden en sustancialmente la misma dirección. Un número de LEDs pueden disponerse de tal manera que garantizan la homogeneidad deseada de la iluminación de la pared dentro de ciertas normas establecidas.

50 El modo de realización en el que la fuente de luz se extiende a lo largo de una distancia de al menos alrededor del 70 % de una dimensión lineal de la cara de visualización puede tener además la característica especial de que un grupo de LEDs está dispuesto de forma adyacente entre sí en una fila. El dispositivo de visualización puede tener la característica especial de que la o una primera pared directamente iluminada se extiende al menos más o menos en dirección transversal con respecto a la cara de visualización.

Una homogeneidad mejorada adicional de la luz que incide sobre la superficie de visualización difusa se obtiene con un dispositivo de visualización que comprende al menos una segunda pared reflectante de forma difusa, que recibe parte de la luz reflejada por la primera pared reflectante de forma difusa y dirige una parte de las mismas en la cara de visualización.

60 La fuente de luz de acuerdo con la invención puede tener también la característica especial de que la característica direccional es de tal manera que la fuente de luz ilumina la o una pared directamente iluminada al menos de forma más o menos homogénea o garantiza que la pared directamente iluminada forme una fuente de línea al menos más o menos homogénea. Para este propósito, puede hacerse uso, por ejemplo, de medios ópticos, incluyendo medios

de lente y/o medios de espejo, que garanticen la característica direccional deseada. A continuación se hace referencia a este respecto a la fig. 4, entre otras, y a la descripción asociada.

5 El dispositivo de visualización puede tener la característica especial de que la al menos una pared está provista de una capa de recubrimiento de color claro, en particular, substancialmente blanca, que consiste en un material del grupo que incluye: una pintura mate, una pintura con brillo satinado, papel blanco, película de LEF (marca comercial de 3M Company). Con estos materiales, puede obtenerse un coeficiente de reflexión suficientemente alto en combinación con una dependencia baja del color de la absorción de luz.

10 Se llama la atención además al documento WO-A-99/67663. Como se ha descrito 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 forma difusa. Dicho documento de la técnica anterior hace uso de esta idea. En la Fig. 5, entre otros, y en la descripción asociada, se hace mención de materiales que pueden usarse para la caja de luz en cuestión. Se ha encontrado que el rendimiento luminoso es alto en el caso de un material tal como 3635-70, pero que existen áreas más claras y más oscuras que se unen de tal manera que las transiciones se manifestarán de manera irritante. Solamente cuando se usan otros materiales, en particular los materiales P645 y P945, se logra una homogeneidad aceptable de la luminancia. El sacrificio que esto requiere es una pérdida importante de energía luminosa.

20 El documento US20040255497A1 divulga una fuente de luz alargada de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y que comprende al menos tres LEDs que se extienden en una misma dirección y cada LED está provisto de un medio de orientación respectivo.

25 El documento US6249375B1 divulga una fuente de luz de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 que comprende una pluralidad de LEDs y en la que cada LED está provisto de un medio de orientación respectivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 La invención se elucidará ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que: En el presente documento:

la Fig. 1 muestra una vista en perspectiva parcialmente en corte de un dispositivo de visualización de la técnica anterior;

35 la Fig. 2 muestra una vista en perspectiva parcialmente en corte de otro dispositivo de visualización de la técnica anterior;

la Fig. 3 muestra una vista frontal parcial del dispositivo de visualización de acuerdo con la Fig. 2;

40 la Fig. 4 muestra una vista correspondiente con la Fig. 1 de un dispositivo de visualización provisto de una fuente de luz de acuerdo con la invención;

la Fig. 5 muestra una vista frontal parcialmente en corte del dispositivo de visualización de acuerdo con la Fig. 4;

45 la Fig. 6 muestra una vista correspondiente a la Fig. 5 de una variante;

la Fig. 7 muestra una vista correspondiente a la Fig. 6 de una modificación del modo de realización de acuerdo con la Fig. 6;

50 la Fig. 8A muestra una vista en sección transversal del dispositivo de visualización de la Fig. 1;

la Fig. 8B muestra una representación gráfica de la distribución de intensidad de luz sobre ambas caras de visualización en el modo de realización de acuerdo con las Figs. 1 y 8A;

55 la Fig. 9A muestra una sección transversal a través del dispositivo de visualización de acuerdo con la Fig. 4;

la Fig. 9B muestra la distribución de intensidad de luz en ambas caras de visualización del dispositivo de visualización de acuerdo con la Fig. 4 y 9A;

60 la Fig. 9C muestra una vista correspondiente con la Fig. 9A de un modo de realización en la que las fuentes de luz tienen un ángulo de apertura de tal manera que las caras de visualización translúcidas de forma difusa están parcialmente iluminadas directamente por las fuentes de luz;

la Fig. 10 muestra una vista parcialmente en corte de otro modo de realización más;

65 la Fig. 11 muestra una parte de la fuente de luz de acuerdo con la Fig. 10;

- la Fig. 12A muestra una sección longitudinal a través de un molde para fabricar una fuente de luz y una protección contra la luz dispersa;
- 5 la Fig. 12B muestra una sección transversal a través del molde de acuerdo con la Fig. 12A;
- la Fig. 13A muestra una vista frontal en corte de un dispositivo de visualización de la técnica anterior con una lámpara fluorescente;
- 10 la Fig. 13B muestra una sección transversal a través del dispositivo de visualización como en la Fig. 4;
- la Fig. muestra la distribución de intensidad de luz en ambas superficies translúcidas por el dispositivo de visualización de acuerdo con las Figs. 13A y 13B;
- 15 la Fig. 14A muestra una vista correspondiente con la Fig. 13 de un dispositivo de visualización de acuerdo con la invención de acuerdo con la Fig. 10;
- la Fig. 14B muestra una sección transversal a través del dispositivo de visualización de acuerdo con la Fig. 14A;
- 20 la Fig. 14C muestra la distribución de intensidad de luz sobre la cara de visualización del dispositivo de visualización de acuerdo con las Figs. 10, 14A y 14B;
- la Fig. 15 muestra una representación gráfica de la distribución espectral de un LED rojo, uno verde y uno azul;
- 25 la Fig. 16 muestra la distribución espectral de la luz de color blanco frío emitida por un LED de un tipo determinado;
- la Fig. 17 muestra una distribución espectral de la luz de color blanco frío emitida por un LED de un tipo diferente;
- la Fig. 18 muestra una distribución espectral de la luz emitida por un LED de color blanco cálido;
- 30 la Fig. 19A muestra una sección transversal a través de una caja de luz de acuerdo con la invención que está provista en ambos lados de una fila de fuentes de luz;
- la Fig. 19B muestra un gráfico 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;
- 35 la Fig. 19C muestra el gráfico de acuerdo con la Fig. 19B, que incluye también indicaciones para calcular la primera derivada de la luminancia normalizada;
- la Fig. 20A muestra una vista correspondiente con la Fig. 19A de una caja de luz de la técnica anterior en la que se usan cuatro lámparas fluorescentes como fuentes de luz;
- 40 la Fig. 20B muestra una representación gráfica correspondiente con la Fig. 19B de la luminancia en función de la ubicación;
- 45 la Fig. 20C muestra una representación correspondiente con la Fig. 19C del gráfico de acuerdo con la Fig. 20B;
- la Fig. 21A muestra, en la dirección horizontal, respectivamente, la vista frontal de la caja de luz de acuerdo con la Fig. 20A y una vista lateral parcialmente seccionada, 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 Fig. 21B;
- 50 la Fig. 21B muestra seis gráficos en los que se señala la luminancia en la superficie externa de la cara de visualización de la caja de luz de acuerdo con la Fig. 21A, con la distancia de la cara de visualización desde la posición inicial como parámetro;
- 55 la Fig. 21C muestra una representación gráfica de la luminancia en función de la ubicación en el caso en el que la cara de visualización está colocada a una distancia de 0,5 m, que tiene indicaciones en la misma para calcular la primera derivada de la luminancia normalizada;
- 60 la Fig. 21D muestra una representación gráfica correspondiente con la Fig. 21C de la situación donde la cara de visualización está colocada a una distancia de 0,6 m;
- la Fig. 22A muestra una vista frontal, una vista lateral y una vista superior de una caja de luz, las superficies interiores de la cual están cubiertas con una película de LEF (marca registrada de 3M Company);
- 65 la Fig. 22B muestra la distribución de luminancia en la superficie externa de la cara de visualización de la caja de luz como de acuerdo con la Fig. 22A;

la Fig. 22C muestra el gráfico de acuerdo con la figura. 22B, en el que los datos necesarios se incluyen para el propósito de la primera derivada de la luminancia normalizada;

la Fig. 23 muestra una representación gráfica en la que todos los gráficos de luminancia de las Figs. 19A, 19B, 20A, 20B (en dos versiones), 21A, 21B, 22A y 22B se muestran a modo de ilustración de las cualidades superiores de la caja de luz de acuerdo con la invención; y

la Fig. 24 muestra la característica direccional de una superficie reflectante de forma difusa en representaciones bidimensionales.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN

Las figuras que van a describirse en el presente documento a continuación muestran esquemáticamente, entre otras cosas, las disposiciones de medición con los resultados de medición asociados. Todas las mediciones se realizaron exactamente bajo las mismas condiciones y totalmente comparables como tales. Por lo tanto, se hace uso de las mismas caras de visualización para todos los dispositivos de visualización medidos. Para las mediciones que van a describirse en el presente documento a continuación, una placa de acrilato de ópalo fundido 100-27.006 con superficies brillantes de la empresa Vink, Países Bajos, se aplica en cada caso para la cara de visualización. Este material tiene un coeficiente de transmisión de luz del 29 %. Este es un material común para las cajas de luz en los Países Bajos.

La Fig. 1 muestra un dispositivo de visualización 1 de la técnica anterior. Este comprende un alojamiento 2, solamente se muestran la pared superior y la parte inferior del mismo. Alojada en este alojamiento hay una fuente de luz que comprende tres lámparas fluorescentes 3, 4, 5. Situada en el lado delantero y trasero hay una cara de visualización 6, 7, respectivamente. Estas pueden comprender patrones de información ópticos translúcidos u opacos, por ejemplo, información o publicidad de postes indicadores.

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

La Fig. 8A muestra el dispositivo de visualización 1 en sección transversal.

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

Con el fin de reducir dicha gran variación, se hace uso a veces de la disposición de acuerdo con la Fig. 2. En este modo de realización, el dispositivo de visualización 8 que se muestra en el presente documento comprende cuatro lámparas fluorescentes 9, 10, 11, 12 que están dispuestas de tal manera que la distribución de intensidad debería dar como resultado una imagen ligeramente más homogénea. No se encuentra que esta solución funcione bien en la práctica. En el centro se ubica un área en la que se acumulan más o menos las intensidades de las lámparas, lo que da como resultado un pico de intensidad en el centro, mientras que un área relativamente poco iluminada está presente en los bordes, de acuerdo con la decadencia en los extremos que se dibuja en la Fig. 8B.

La Fig. 3 muestra el dispositivo de visualización 8 completo con las lámparas fluorescentes 9, 10, 11, 12, 13, 14. Dicha área de solapamiento se designa con 15. El área de borde de extremo relativamente poco iluminada se designa con el número de referencia 16.

La Fig. 4 muestra un dispositivo de visualización 19 con un módulo LED de acuerdo con la invención a modo de ejemplo. Situada en la pared inferior 17 hay una fila de LEDs 20 dispuestos sustancialmente de forma equidistante, formando juntos la fuente de luz (= Módulo LED) para el dispositivo de visualización 19. Se añaden medios de lente a los LEDs 20, que garantizan que, de la manera dibujada, los LEDs tengan un ángulo de apertura de alrededor de 25° en la dirección longitudinal de la pared superior opuesta 18 y un ángulo de apertura de alrededor de 4° en la dirección transversal. Esta elección y el dimensionado del alojamiento logra que solamente sea prácticamente la superficie interna de la pared superior 18 la que esté iluminada de forma más o menos homogénea por los LEDs 20 y que, sustancialmente, ninguna luz que venga directamente de los LEDs 20 sea incidente sobre las caras de visualización 6, 7. Los haces de luz pertinentes se muestran en líneas discontinuas con flechas dirigidas hacia arriba.

Con el fin de darse cuenta de la característica direccional deseada, más o menos elíptica, del LED 20 con un ángulo de apertura de alrededor de 25° en la dirección principal y un ángulo de apertura de alrededor de 4° en la dirección perpendicular a la misma, puede hacerse uso, por ejemplo, de provisiones ópticas de la empresa Carclo Precision Optics (www.carclo-optics.com), pieza número 10049.

Se llama la atención en el hecho de que la pared trasera translúcida 7 puede reemplazarse, por ejemplo, por una pared opaca. Esta pared podría tener también un carácter reflectante de forma difusa y podría hacer, por lo tanto, cierta 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 como se desea solamente una o dos caras de visualización.

La Fig. 5 muestra el dispositivo de visualización 19 completo.

La Fig. 6 muestra un dispositivo de visualización 21 en una variante en la que una fila de LEDs 23 está situada en la pared superior 18 directamente opuesta a los LEDs 20 en la pared inferior 17. La intensidad lograda se volverá de esta manera el doble de grande. Estos LED proporcionan también una mejora en la homogeneidad de la luminancia en el exterior de la cara de visualización.

La Fig. 7 muestra un dispositivo de visualización 22 en el que los LEDs 23 están colocados en la pared superior 18 desplazada la mitad de una distancia de paso respecto a los LEDs 20 en la pared inferior 17.

La Fig. 9A muestra el dispositivo de visualización 19.

La Fig. 9B muestra la distribución de intensidad de la luz en las superficies externas 61, 62 de las caras de visualización 6 y 7 respectivas. Esto equivale a alrededor de 140 lux con una variación máxima del + y del -10 %. Cabe destacar aquí que intensidades incluso más pequeñas, incluso considerablemente más pequeñas, pueden dar el efecto deseado. Por ejemplo, es posible prever una intensidad de luz del orden de 50 lux y menos.

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

La Fig. 10 muestra un dispositivo de visualización 125 con un soporte alargado 25 que tiene LEDs 26, 27 orientados de forma respectiva alternativamente hacia arriba y hacia abajo. Estos LEDs iluminan una pared trasera 28 reflectante de forma difusa, opaca y curva y los bordes que forman parte de la misma, es decir, un borde inferior 29 y un borde superior 30. Los patrones de radiación pertinentes de los LEDs 26 y 27 se designan con las elipses 31, 32 respectivamente.

Con el fin de impedir que la luz de los LEDs 26, 27 sea incidente directamente sobre la cara de visualización 33, se hace uso en este modo de realización de una pantalla alargada 41 que intercepta y absorbe o refleja la luz que viene directamente de los LEDs 26, 27 y, en este caso, la refleja preferentemente de forma difusa.

Es importante destacar que, como puede verse en particular a partir de los patrones de radiación 32, ninguna luz que venga directamente de los LEDs 27 es incidente sobre la cara de visualización 33. Esto podría tener un efecto altamente adverso en la homogeneidad de la distribución de la intensidad de la luz.

La Fig. 11 muestra un portador 25 alargado. Los LEDs 26, 27 están conectados con sus terminales, todos designados con 35 en aras de la conveniencia, soldando o mediante conductores de electricidad de otra forma, a tiras conductoras en los lados del portador 25 aislante. Las tiras de cobre 36 en el lado del portador 25 dirigidas hacia la cara de visualización 33 están aisladas entre sí y están colocadas desplazadas relativas a las tiras conductoras 37 correspondientes funcionalmente en el lado trasero del portador. Los terminales (no visibles) en el lado trasero están conectados a estas tiras 37. Resultará evidente que se realiza de esta manera una conexión en serie de los LEDs.

El portador puede realizarse de manera conocida como una placa de circuito impreso, por ejemplo, en vidrio epoxi. Las conexiones de los terminales de los LEDs y las tiras pueden efectuarse mediante soldadura, mediante soldadura de punto de rollo o mediante otros medios adecuados.

La Fig. 12A muestra esquemáticamente la manera en la que el portador 25 con LEDs 26, 27 puede estar colocado en un molde 38, 39 para su posicionamiento mutuo correcto.

La Fig. 12B muestra que el molde 38, 39 puede comprender una cavidad adicional que puede, por ejemplo, estar rellena de epoxi 40. Después de hacer dichas conexiones conductoras de electricidad, dicha cavidad puede rellenarse del epoxi, creando de este modo la estructura claramente visible en la Fig. 12B. La masa epoxi, que en este modo de realización es más o menos cilíndrica, proporciona una protección eficaz de luz dispersada lateral, por lo cual la pantalla 41 de acuerdo con la Fig. 10 ya no es necesaria.

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

La Fig. 13B muestra la sección transversal.

La Fig. 13C muestra la distribución de intensidad. Como puede verse claramente, tiene un carácter muy poco homogéneo. La intensidad varía entre los valores respectivos de 100 lux en las zonas de borde y alrededor de 400 lux en la zona central. Por tanto, este dispositivo de visualización de la técnica anterior tiene precisamente esos inconvenientes para los que la invención pretende proporcionar una solución.

La Fig. 14 muestra, a modo de comparación, el dispositivo de visualización 125 de acuerdo con la Fig. 10 y los resultados obtenidos con el mismo.

La Fig. 14A muestra una vista en corte del dispositivo de visualización 125.

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

La Fig. 14C muestra la distribución de la intensidad de luz en la cara de visualización 33. Resultará evidente que, aunque la intensidad es considerablemente inferior a la que puede realizarse con la iluminación directa que usa una lámpara fluorescente como de acuerdo con la Fig. 13, tiene una homogeneidad mejorada considerablemente. Esta homogeneidad es una medida de la calidad del dispositivo de visualización.

La Fig. 15 muestra la distribución de energía espectral relativa de tres LEDs de colores diferentes. La curva 44 corresponde con la luz de color azul; la curva 45 corresponde con la luz de color verde y la curva 46 corresponde con la luz de color rojo.

Cabe destacar que, en combinación, estos tres colores pueden producir luz de color blanco. Puede hacerse uso de esta propiedad para realizar casi cualquier color deseado para un dispositivo de visualización conmutando y controlando la intensidad de los grupos de LEDs rojos, verdes y azules.

La Fig. 16 muestra la distribución de energía relativamente espectral de un LED disponible en el mercado que emite luz de color blanco frío, ligeramente azulada.

La Fig. 17 muestra la distribución de energía relativamente espectral de un LED disponible en el mercado, que también emite luz de color blanco frío. Este LED está disponible en la empresa Nichia y sería, por ejemplo, muy adecuado para su aplicación en las señales de tráfico.

La Fig. 18 muestra una distribución de energía relativamente espectral de la luz de color blanco cálido que se emite por un LED disponible en el mercado por la firma Lumiled. Este color se percibe a menudo como muy agradable y comprende una proporción mayor en la gama roja en comparación con la gama azul. El uso de LEDs de este tipo es particularmente importante para presentar información en una cara de visualización que comprenda el color rojo. A través de la irradiación con luz de color blanco frío (Figs. 16 y 17), el efecto del color rojo podría disminuirse después de todo como resultado del metamerismo y, por lo tanto, disminuir la naturaleza real de la pantalla.

Para aplicaciones universales, es posible prever una combinación de, de media, una proporción de dos LEDs de color blanco frío a un LED de color blanco cálido.

Para determinadas aplicaciones, es, por supuesto, posible también prever el uso de LEDs de otros colores o de combinaciones de colores.

La Fig. 8 muestra un modo de realización ejemplar de una caja de luz de acuerdo con la invención. Las dimensiones externas de la caja se especifican como 1,15 m x 0,7 m. Cinco LEDs con lentes de haz están situados en ambos lados cortos de tal manera que la luz de los LEDs 20 se dirige hacia la pared opuesta respectiva en la que está situada la otra fila de LEDs. Esta pared es reflectante de forma difusa.

La Fig. 19B muestra la luminancia en función de la ubicación en la dirección del lado largo de la caja de luz de acuerdo con la Fig. 19A. Como puede verse claramente, la luminancia varía entre alrededor de 53 cd/m² y 62cd/m².

Resultará evidente a partir de la Fig. 19B que la luminancia varía poco a lo largo de todo el ancho de la caja de luz.

La Fig. 19C corrobora esta observación cuantitativa.

En el área de mayor valor de la primera derivada de la posición de la luminancia normalizada, la diferencia en luminancia ΔI_1 se determina a lo largo de una ruta finita determinada y Δx_1 asociada está aquí también determinada. De acuerdo con la invención, se considera que el valor de la primera derivada de la posición de la luminancia normalizada es representativo. De acuerdo con la Fig. 19C, esta derivada se aproxima con intervalos finitos normalizando primero ΔI_1 dividiendo por la intensidad media I_{01} en el intervalo pertinente y dividiendo la diferencia de luminancia normalizada así obtenida por el intervalo asociado Δx_1 .

En este caso la luminancia media es de $58,0 \text{ cd/m}^2$.

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

$$\Delta x_1 = 0,105 \text{ m}$$

5

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

10

Este último valor es menor, e incluso considerablemente menor, que el valor estándar del orden de $1,1 \text{ m}^{-1}$ como se determina por medio de la orientación de acuerdo con la invención. Esto significa que la calidad de la luz que sale debe considerarse como muy buena. Ninguna transición de luminancia será discernible al ojo.

15

Cabe destacar que las Figs. 19B y 19C muestran que un ligero aumento de la luminancia se produce en los bordes. Esto debe atribuirse a una pequeña fracción de la luz directa de los LEDs. Incluso con una conexión del objetivo específico que sirve como medio de orientación, se encuentra que los LEDs aplicados tienen un lóbulo lateral pequeño, por lo cual la luminancia de la cara de visualización en las proximidades inmediatas de los LEDs aumenta en varios puntos porcentuales. Como resultará evidente a partir del valor determinado Q , esta fracción pequeña de la luz no deseada por sí misma es completamente inofensiva. Si se desea, incluso este efecto pequeño no deseado puede eliminarse protegiendo el lóbulo lateral en cuestión.

20

La Fig. 20A muestra una caja de luz con cuatro lámparas fluorescentes. La caja tiene dimensiones internas de $0,7 \text{ m} \times 0,7 \text{ m}$. Las lámparas fluorescentes están dispuestas en distancias de paso mutuas de $0,2 \text{ m}$.

25

La caja de acuerdo con la Fig. 20A tiene una profundidad de $0,2 \text{ m}$. Las lámparas fluorescentes están dispuestas a una distancia central de alrededor de $0,1 \text{ m}$ con respecto a la cara de visualización.

30

La Fig. 20B muestra la luminancia en función de la ubicación. El gráfico marcado con pequeños círculos se refiere a una caja de luz generalmente usual o estándar, las paredes internas de la cual consisten en aluminio común sin tratar de calidad usual. El gráfico no marcado se refiere a un modo de realización en el que la pared trasera está cubierta con película de LEF (marca registrada de 3M Company).

35

Para la caja de luz estándar, la luminancia media asciende a $103\,925 \text{ cd/m}^2$.

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

$$\Delta x_1 = 0,06 \text{ m}$$

40

En base a estos valores, $Q = 1,91 \text{ m}^{-1}$. Resultará evidente que este valor demuestra que grandes diferencias en la intensidad son discernibles a simple vista. Son tan grandes que se adjudican en la práctica para ser irritantes y posiblemente incluso inaceptables.

45

La caja de luz con película de LEF tiene una intensidad media de 974 cd/m^2 .

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

$$\Delta x_1 = 0,09 \text{ m}$$

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

50

La Fig. 21A se refiere a la colocación de la cara de visualización en posiciones diferentes. La Fig. 21A muestra la cara de visualización en dos posiciones de tal manera que la distancia de las lámparas fluorescentes se vuelve cada vez más grande, esta con un valor de $0,1 \text{ m}$.

La Fig. 21B muestra los resultados.

55

La figura no marcada se refiere a la situación mostrada con líneas continuas en la Fig. 21A, en la que la cara de visualización se sitúa a una distancia de $0,1 \text{ m}$ respecto a su posición estándar. Resultará evidente que se pierde mucha luz en los bordes. Por lo tanto, las zonas de borde estarán fuertemente poco iluminadas con respecto a la zona central, que, sin embargo, visualiza grandes diferencias de luminancia en distancias cortas.

60

El gráfico marcado con círculos se refiere a una distancia de $0,2 \text{ m}$.

El gráfico marcado con cuadrados se refiere a una distancia de $0,3 \text{ m}$.

El gráfico marcado con triángulos se refiere a una distancia de $0,4 \text{ m}$.

65

El gráfico marcado con asteriscos se refiere a una distancia de $0,5 \text{ m}$.

El gráfico marcado con círculos cerrados se refiere a una distancia de 0,6 m.

La Fig. 21C muestra la determinación de Q para una distancia de 0,5 m. Esto equivale a $1,37 \text{ m}^{-1}$. Aunque lejos de ser ideal en relación con los estándares de la invención, este valor para el gradiente es aún aceptable para algunas aplicaciones.

La Fig. 21D se refiere a una distancia de 0,6 m. En esta disposición, Q tiene un valor de $0,75 \text{ m}^{-1}$. Esto debe considerarse como muy bueno. Sin embargo, cabe destacar aquí que se logra esta alta calidad haciendo uso de cuatro lámparas fluorescentes, cada una con su propia potencia nominal de alrededor de 30 W, lo que implica un consumo de energía neto de alrededor de 120 W. La pérdida de energía de los obturadores debe añadirse también entonces a la misma. Dependiendo del modo de realización, esto asciende, por ejemplo, a 5-10 vatios por lámpara fluorescente. Este consumo de energía muy alto en comparación con LEDs (una barra de LEDs de acuerdo con la invención con resultados comparables consumirá energía del orden de alrededor de 15-30 W) podría quizás ser todavía aceptable para aplicaciones determinadas, pero resultará evidente que una caja de luz con una profundidad del orden de 0,7 m no es adecuada para prácticamente ninguna aplicación.

La Fig. 22A se refiere a una caja de luz que está estrechamente relacionada con la caja de luz de acuerdo con el documento WO-A-99/67663, que ya se ha discutido anteriormente.

La Fig. 22B muestra la función de luminancia de la ubicación.

El cálculo de Q de acuerdo con la Fig. 22C produce un valor de $Q = 1,75 \text{ m}^{-1}$. Resultará evidente que este resultado deja mucho que desear.

La Fig. 23 muestra un conjunto de diez gráficos, es decir, un resumen de los gráficos dibujados anteriormente.

El gráfico dibujado con cuadrados de color negro es la luminancia de acuerdo con la Fig. 19, también la caja de luz construida de acuerdo con la enseñanza de la invención.

El gráfico marcado con triángulos de color negro se refiere a la caja de luz estándar de acuerdo con la Fig. 20.

El gráfico marcado con diabólos de color negro se refiere a la caja de luz estándar en la que la pared trasera está cubierta con una película de LEF de acuerdo con la Fig. 20.

La figura no marcada se refiere a la situación con la cara de visualización en 0,1 m de acuerdo con la Fig. 21.

El gráfico marcado con círculos se refiere a una distancia de 0,2 m.

El gráfico marcado con cuadrados se refiere a una distancia de 0,3 m.

El gráfico marcado con triángulos se refiere a una distancia de 0,4 m.

El gráfico marcado con asteriscos se refiere a una distancia de 0,5 m.

El gráfico marcado con un círculo de color negro se refiere a una distancia de 0,6 m.

El gráfico marcado con una estrella de color negro se refiere a la caja de luz de acuerdo con la Fig. 22.

A partir de la comparación anterior, y de la comparación del valor de la cantidad Q elegida como estándar de acuerdo con la invención, resultará evidente que solamente el gráfico marcado con los cuadrados de color negro satisface el estándar de $Q < 1,0-1,2 \text{ m}^{-1}$, teniendo en cuenta también una profundidad pequeña y un consumo bajo de energía. Debe sacarse la conclusión de que, a pesar de muchas técnicas generalmente conocidas y de conocimientos generales de la persona experta en este campo, la invención es capaz de realizar el objeto indicado con medios sencillos.

REIVINDICACIONES

1. Una fuente de luz (20) para proporcionar iluminación homogénea, que comprende:
- 5 - al menos una lámpara alargada;
- medios de orientación para proporcionar a la fuente de luz una característica de dirección de un haz de luz emitido durante el funcionamiento de la fuente de luz,
- 10 por lo cual la al menos una lámpara alargada comprende una pluralidad de al menos tres LEDs (26,27) que se extienden sustancialmente en una misma dirección y en el que cada LED está provisto de un medio de orientación respectivo para proporcionar dicha iluminación homogénea, caracterizada por que de cada LED, la característica direccional es elíptica en dicha misma dirección.
- 15 2. Fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 1, caracterizada por que el medio de orientación es un medio óptico.
3. Fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que el medio de orientación está integrado en un LED respectivo.
- 20 4. Fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizada por que los LEDs están dispuestos adyacentes entre sí en una fila.
5. Fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 1, caracterizada por que la característica elíptica tiene un ángulo de apertura de alrededor de 25° en una primera dirección (principal).
- 25 6. Fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 5, caracterizada por que la característica elíptica tiene un ángulo de apertura de alrededor de 8° en una segunda dirección perpendicular a la dirección (principal).
- 30 7. Fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 6, caracterizada por que la característica elíptica tiene un ángulo de apertura de alrededor de 4° en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección (principal).
8. Fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6, o 7, caracterizada por que el medio de orientación se elige entre medios de lente y medios de espejo.
- 35 9. Uso de una fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8 en un dispositivo de visualización (19, 125).
- 40 10. Uso de una fuente de luz como se reivindica en la reivindicación 9, caracterizado por que la fuente de luz se extiende a lo largo de una distancia de al menos el 70 % de una dimensión lineal del dispositivo de visualización.

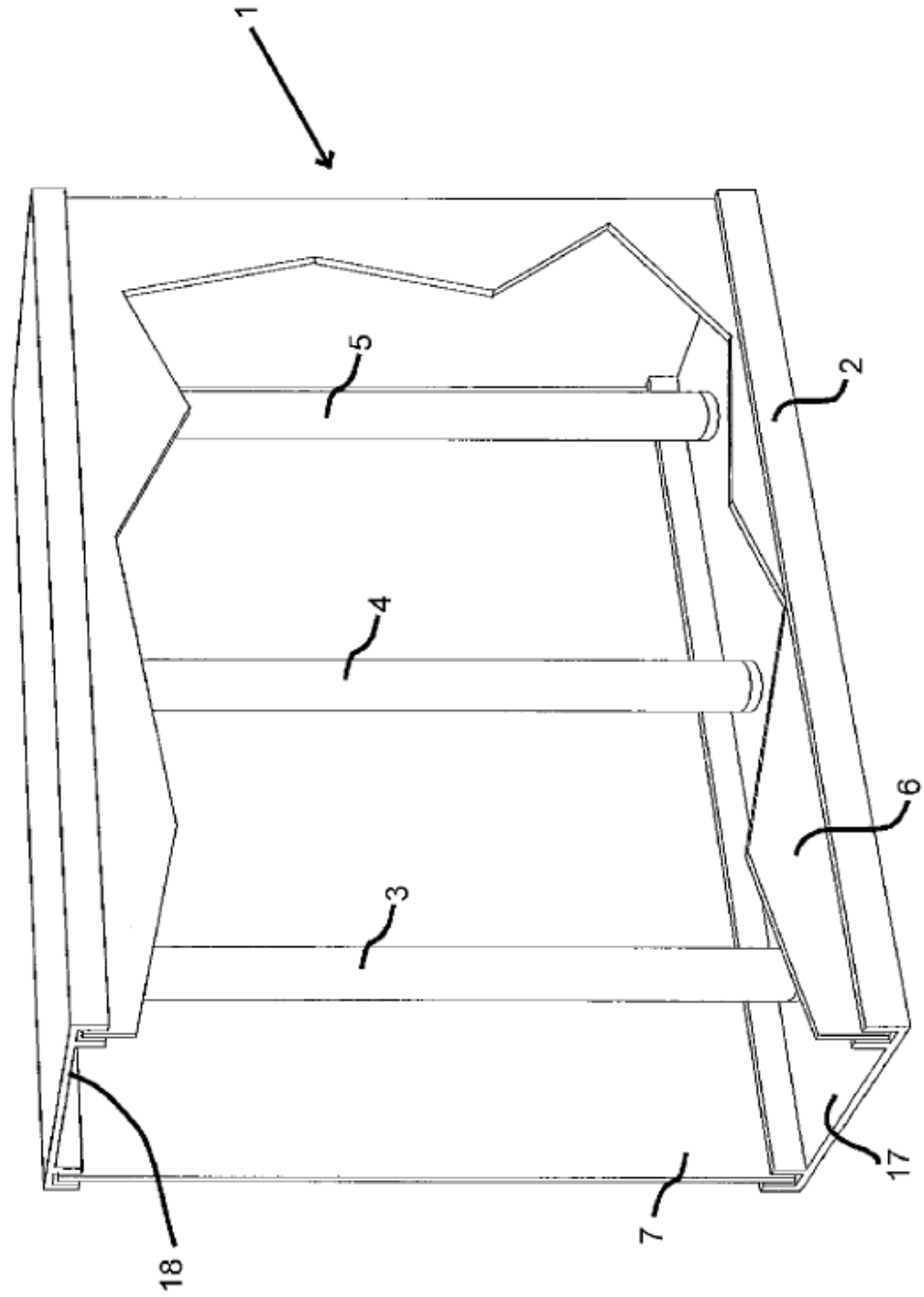


FIG. 1

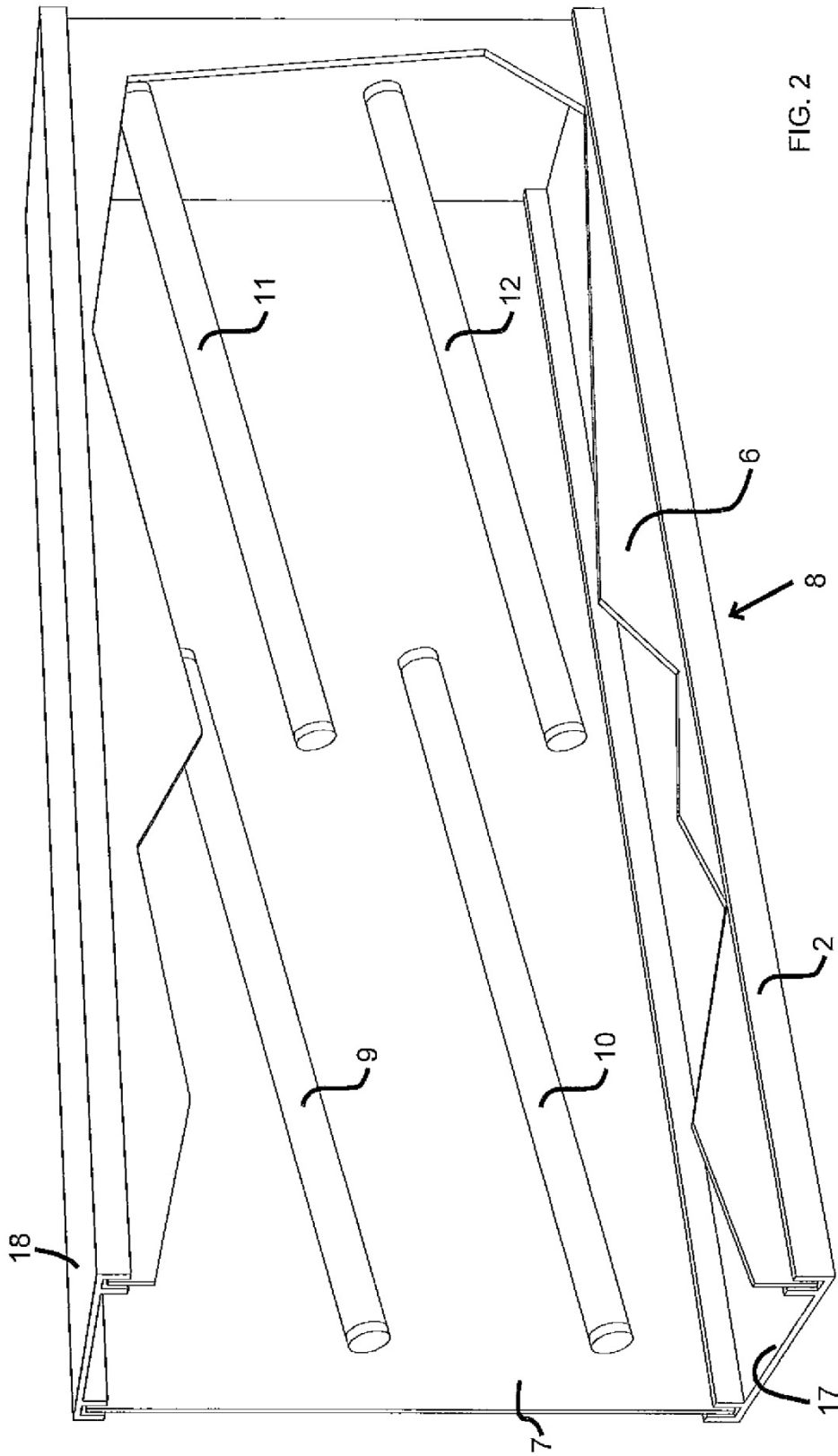


FIG. 2

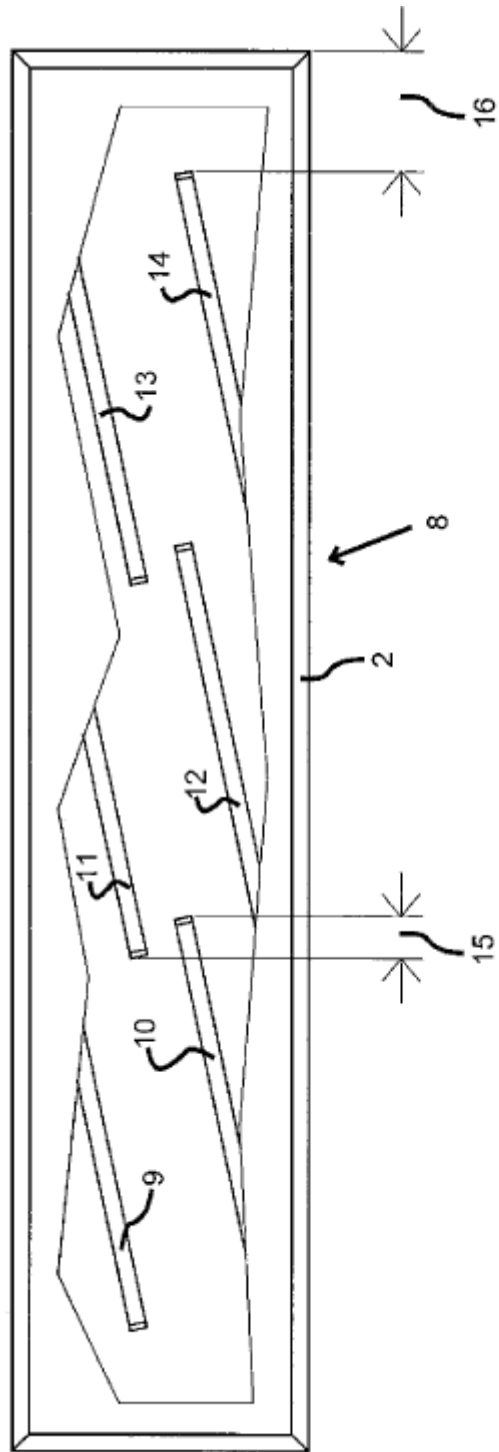


FIG. 3

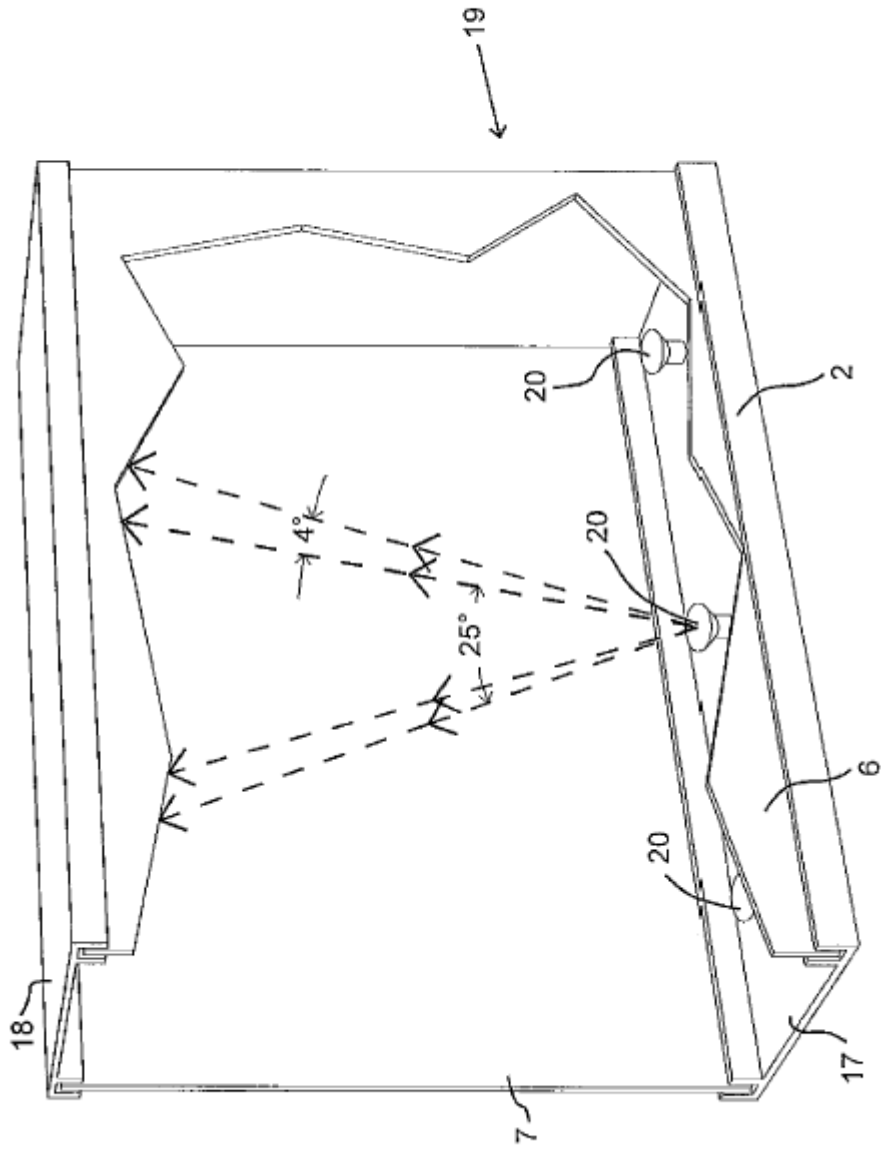


FIG. 4

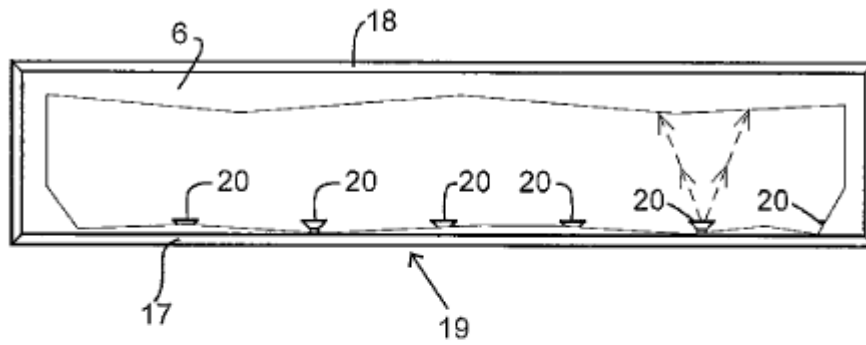


FIG. 5

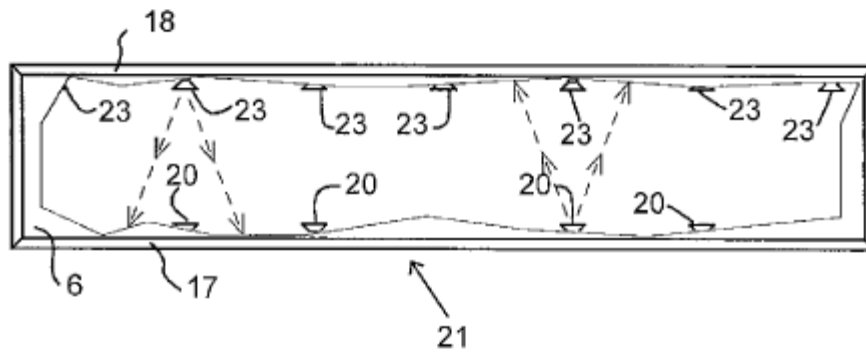


FIG. 6

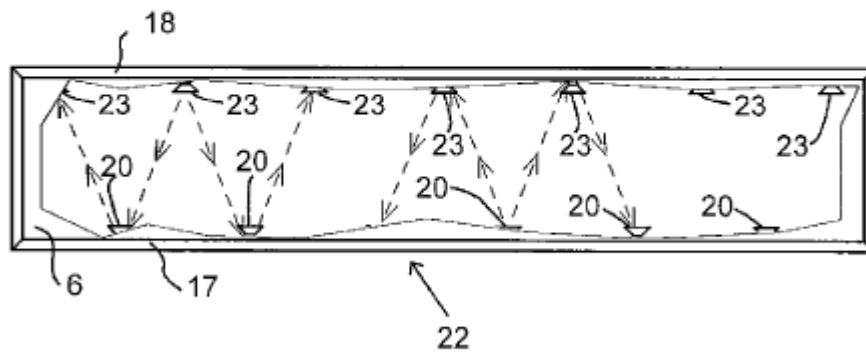


FIG. 7

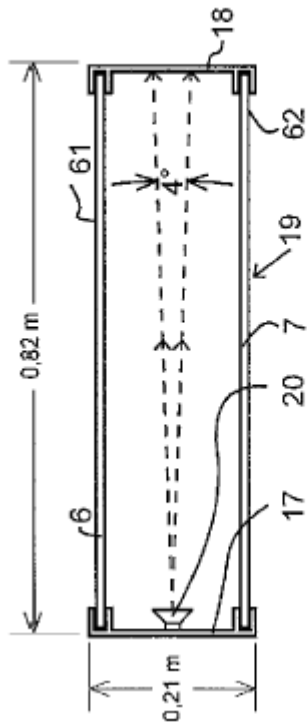


FIG. 9A

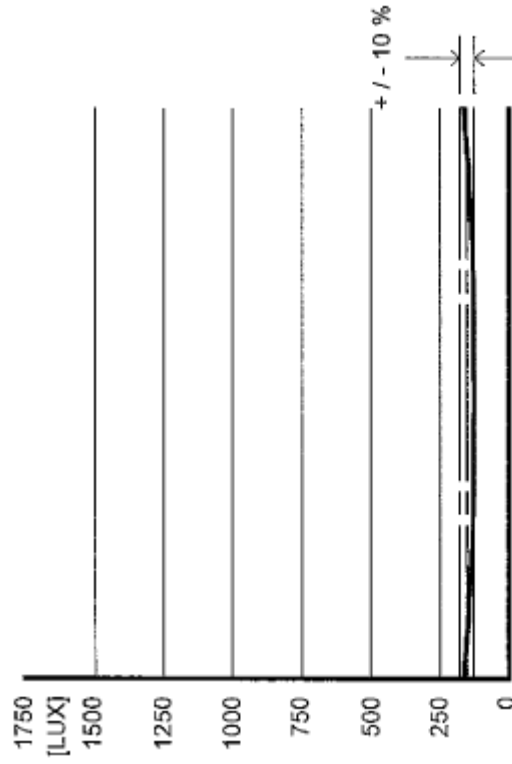


FIG. 9B

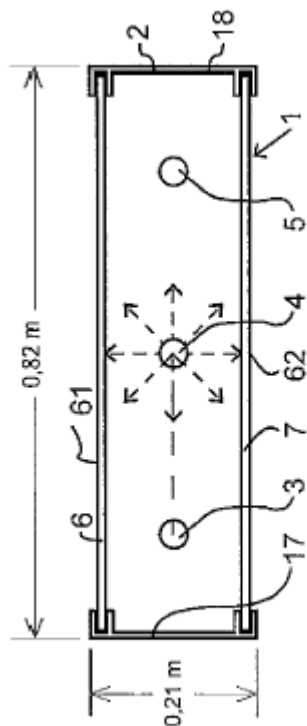


FIG. 8A

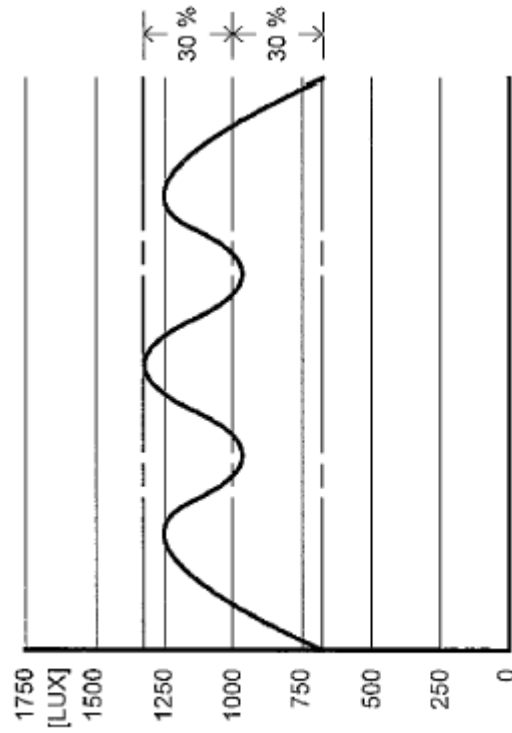


FIG. 8B

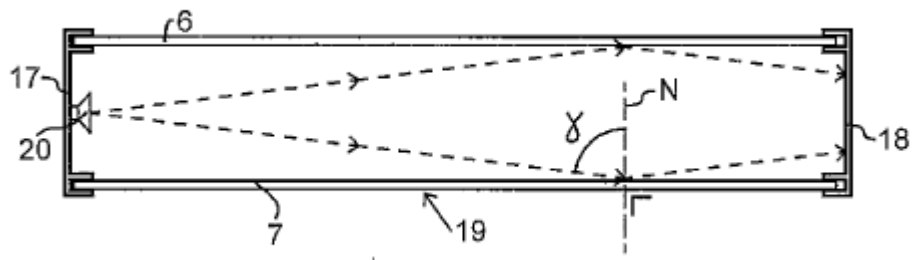
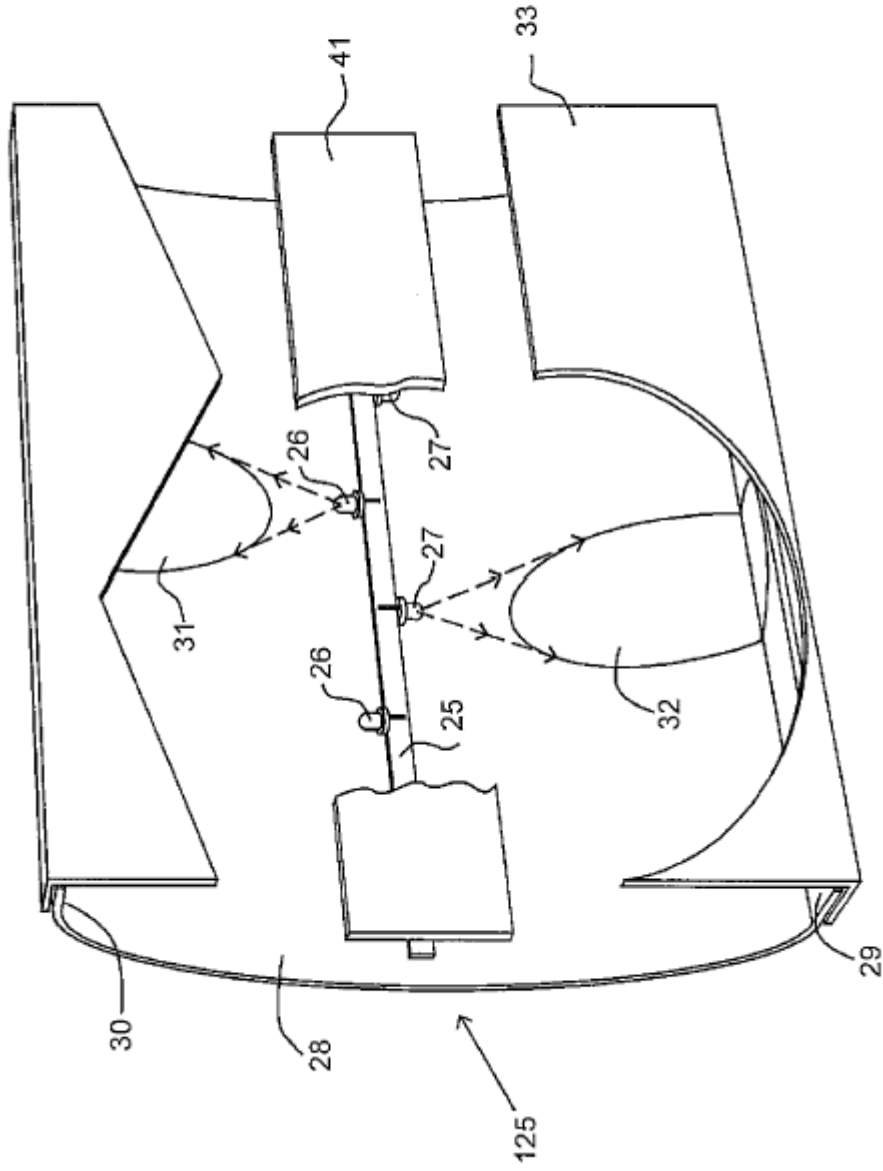


FIG. 9C



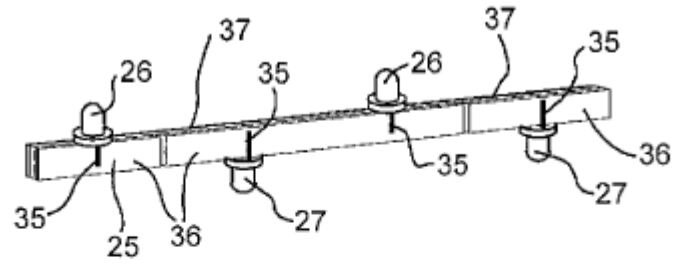


FIG. 11

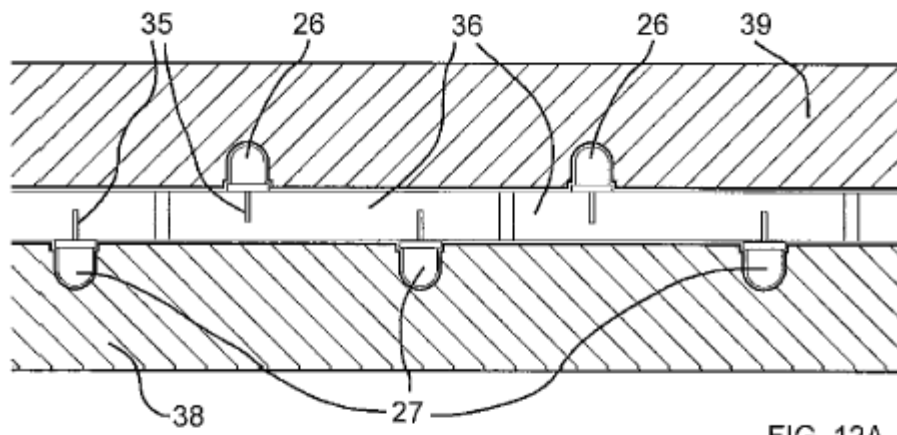


FIG. 12A

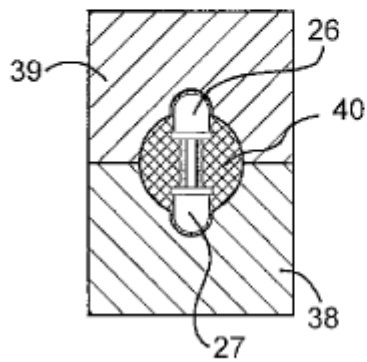


FIG. 12B

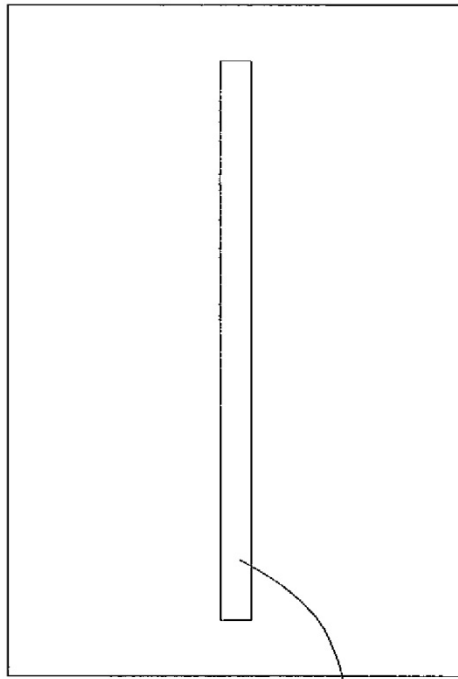


FIG. 13A

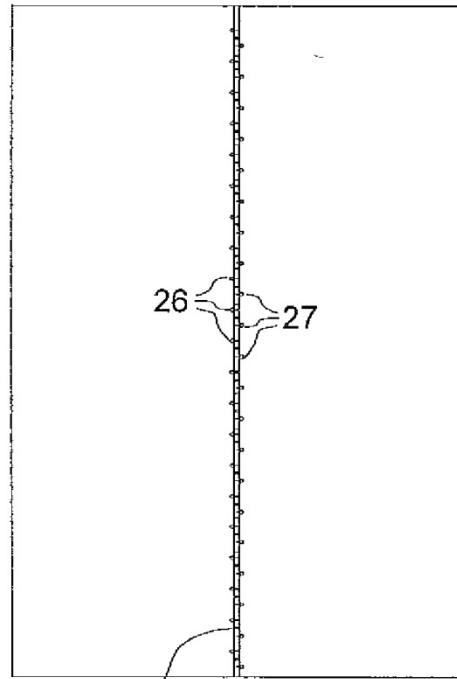


FIG. 14A

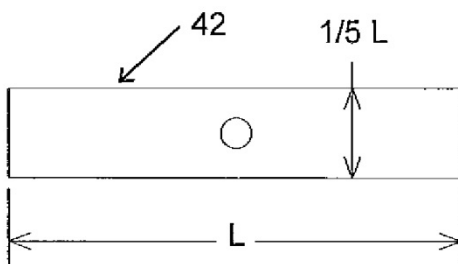


FIG. 13B

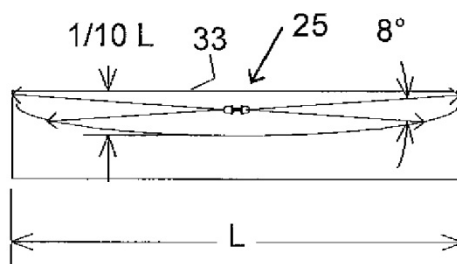


FIG. 14B

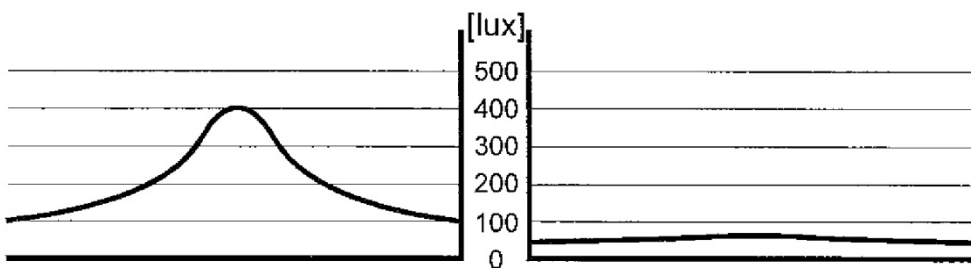


FIG. 13C

FIG. 14C

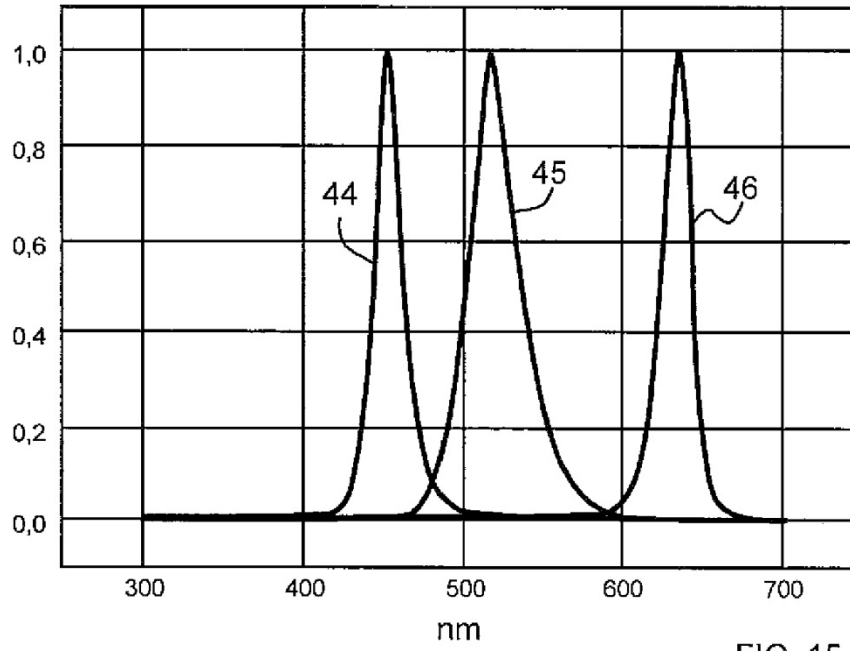


FIG. 15

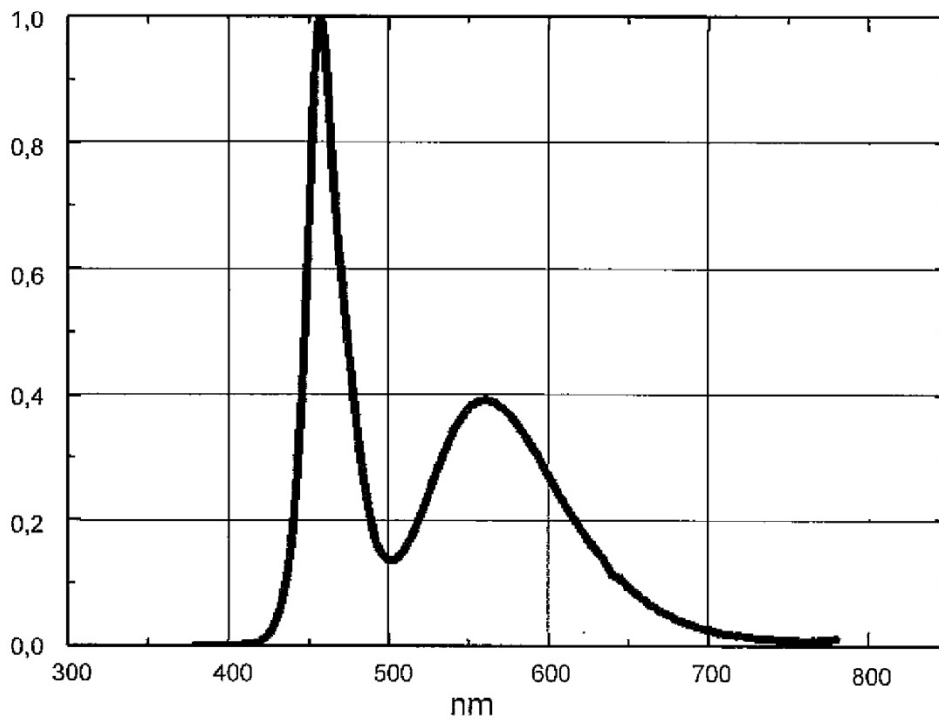


FIG. 16

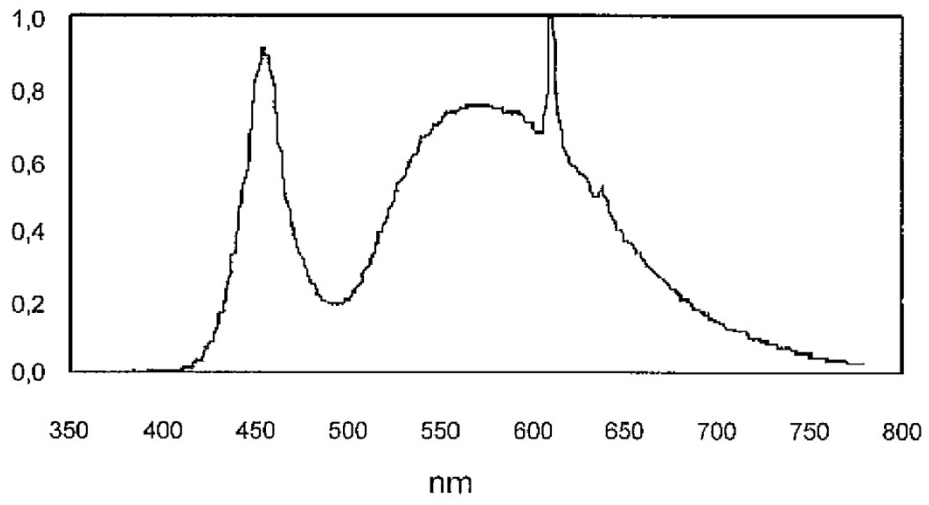


FIG. 17

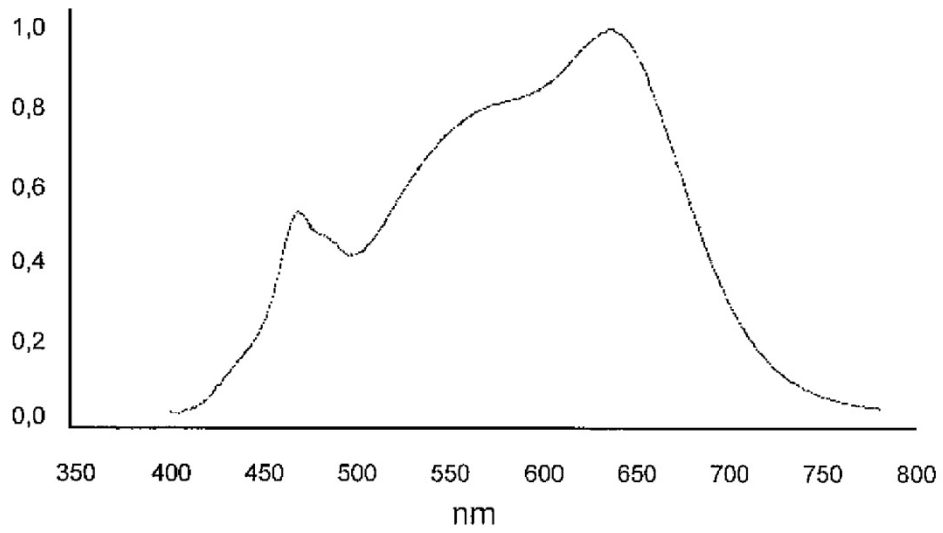


FIG. 18

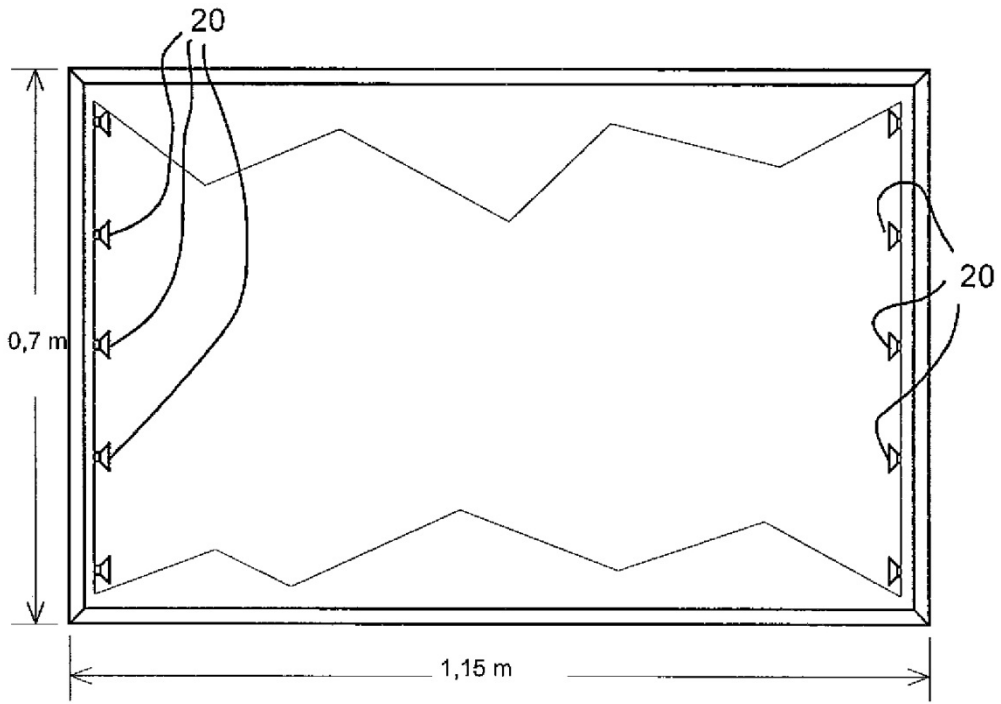


FIG. 19A

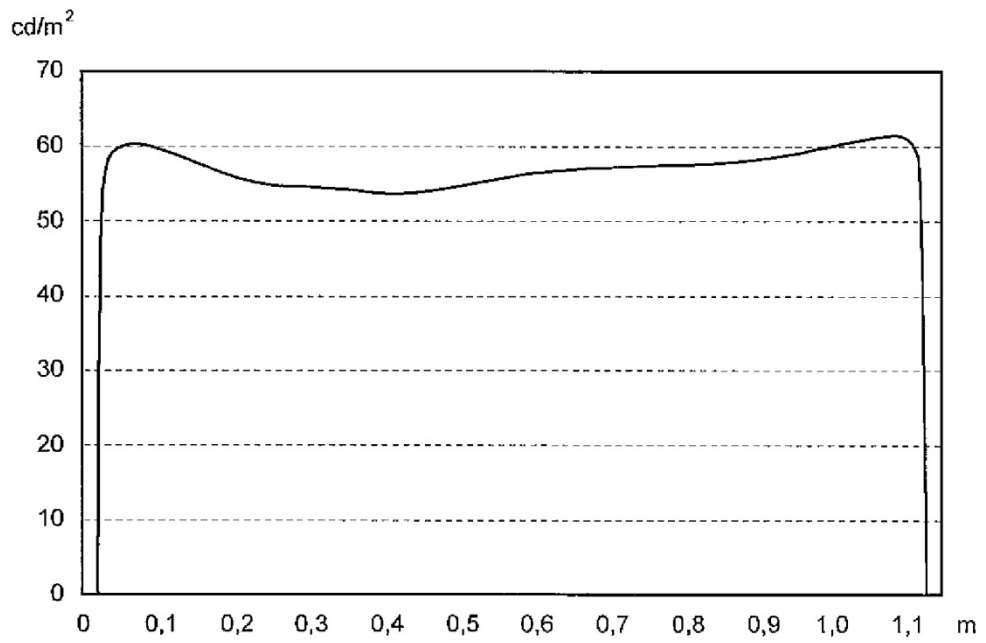


FIG. 19B

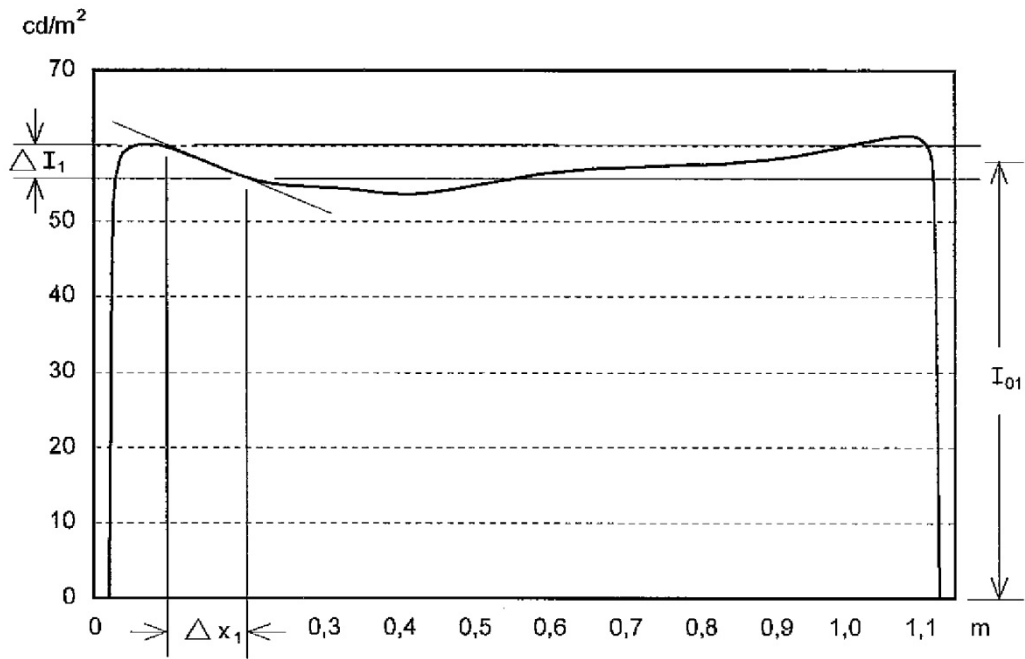


FIG. 19C

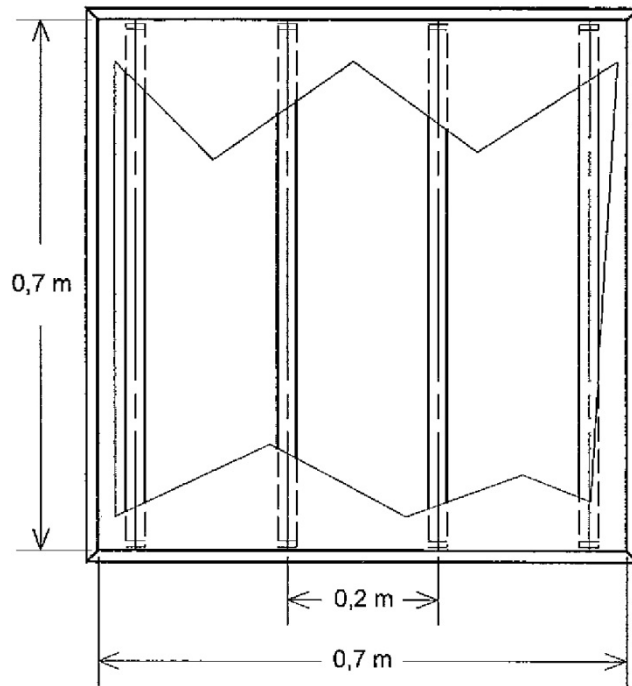


FIG. 20A

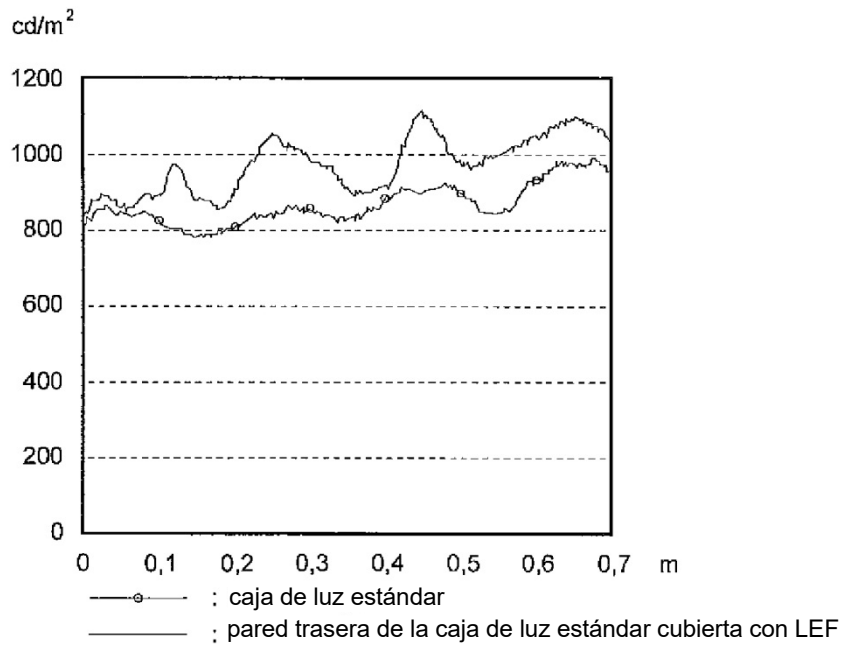


FIG. 20B

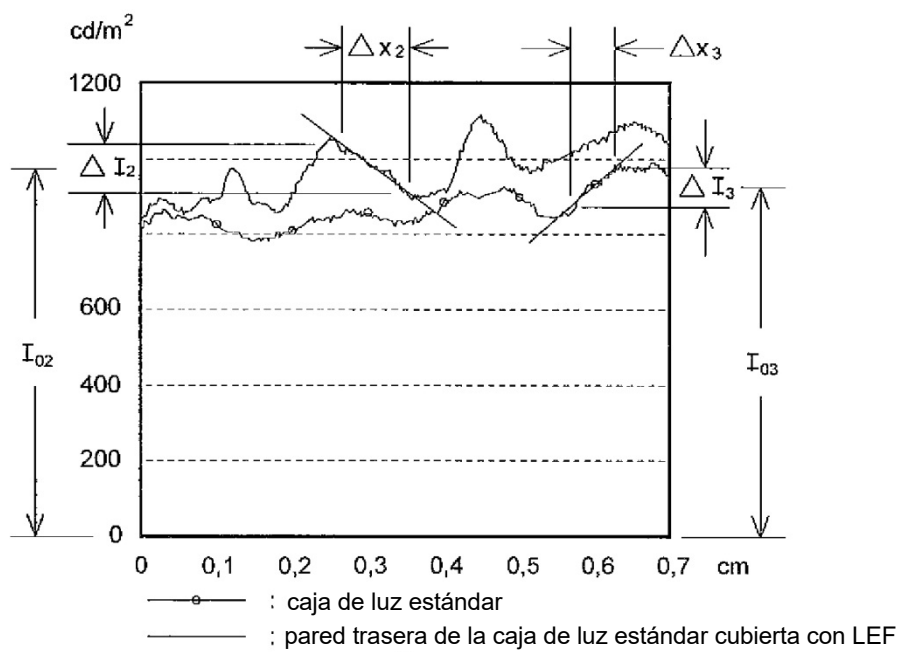


FIG. 20C

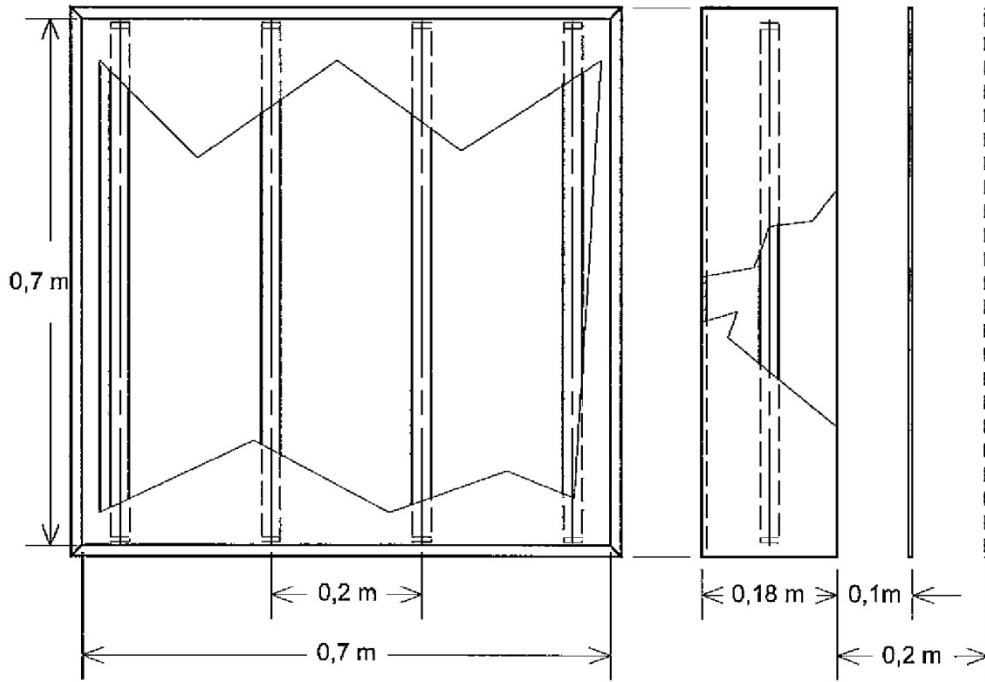


FIG. 21A

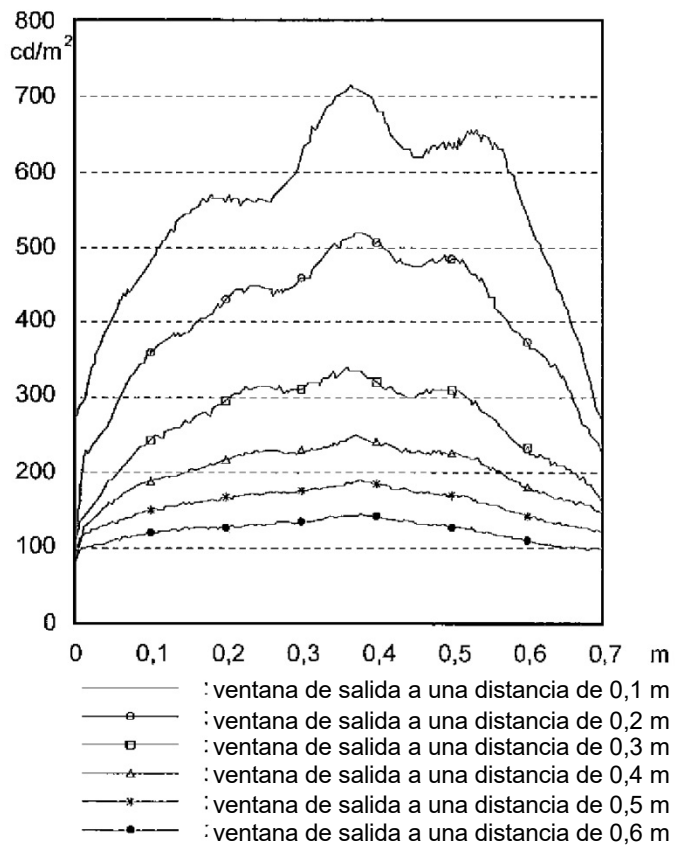


FIG. 21B

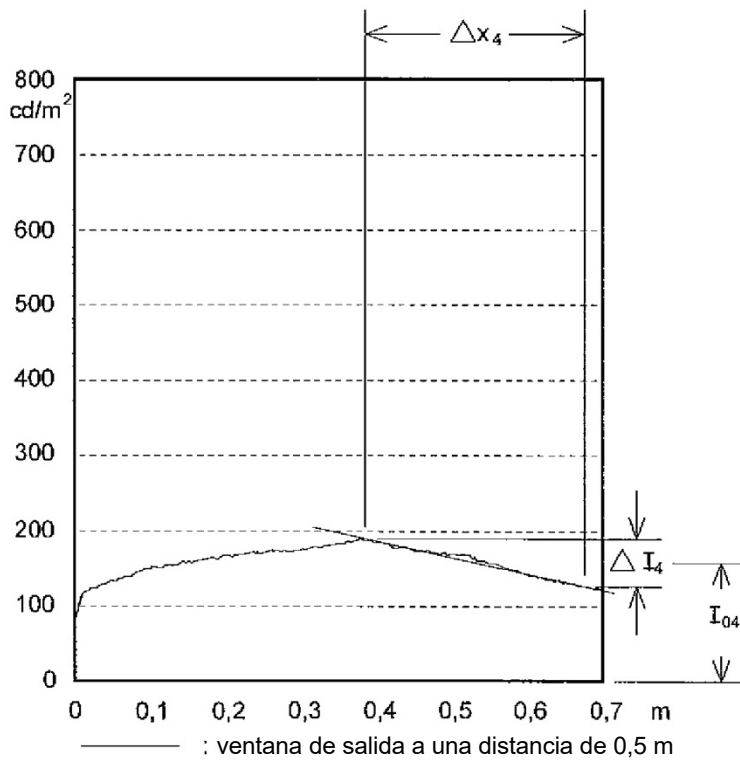


FIG. 21C

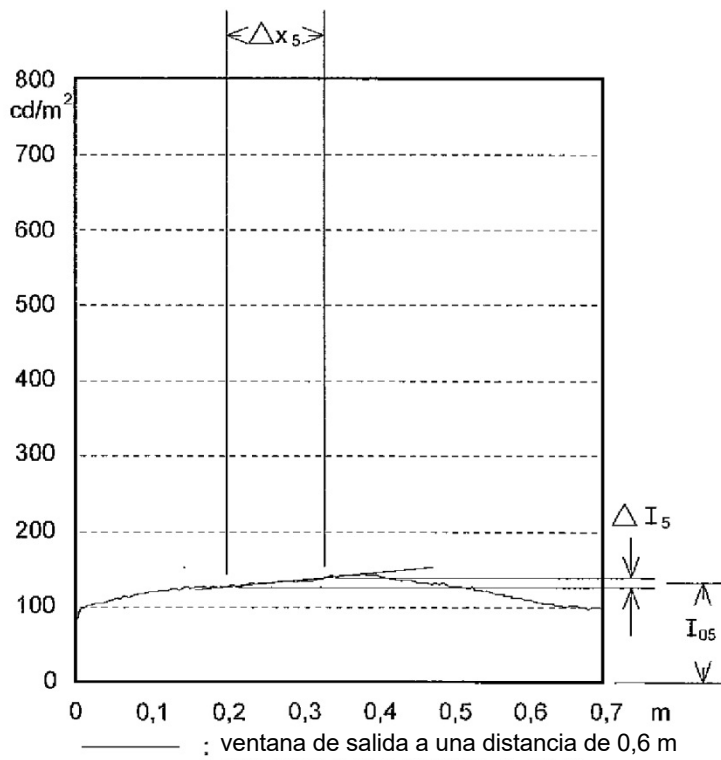


FIG. 21D

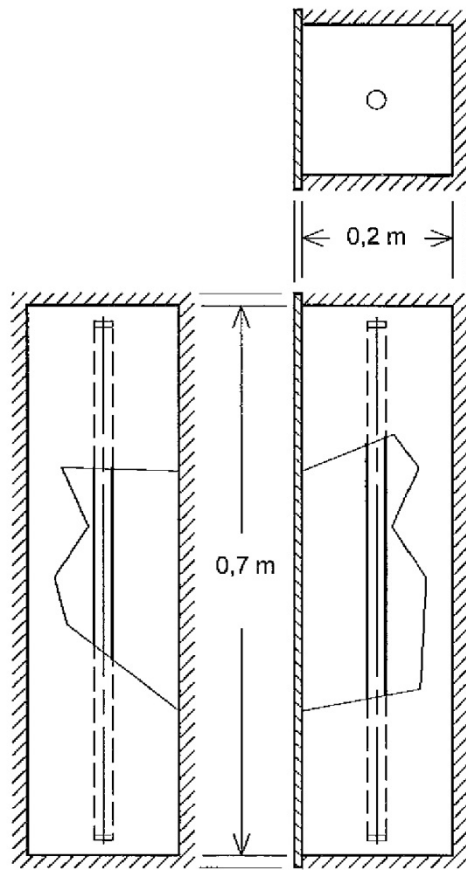


FIG. 22A

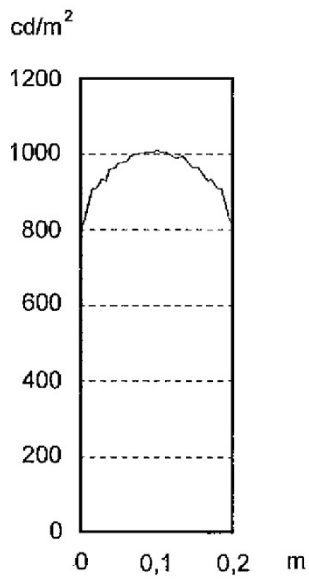


FIG. 22B

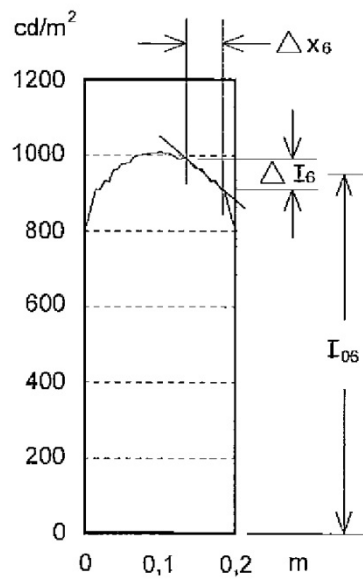


FIG. 22C

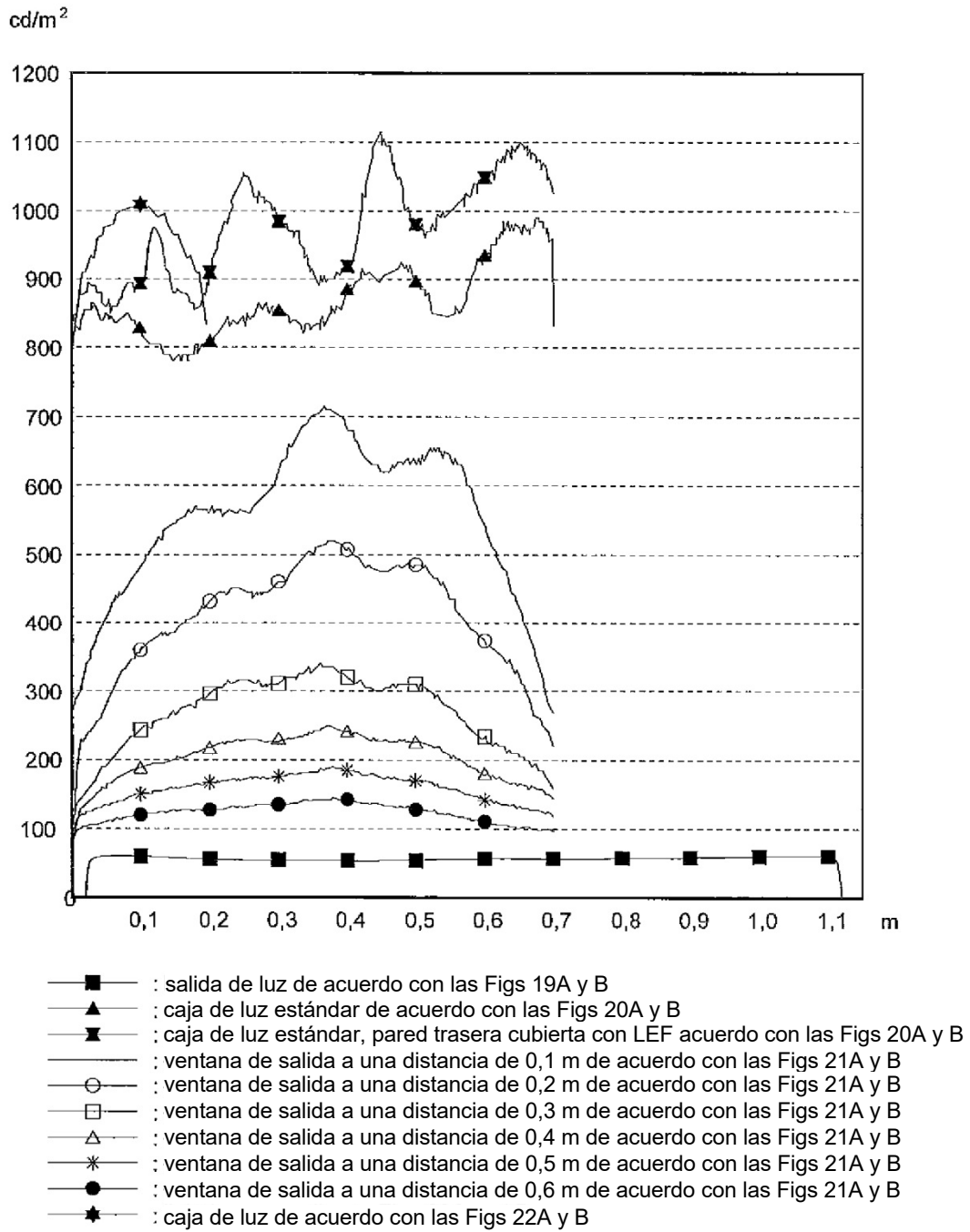


FIG. 23

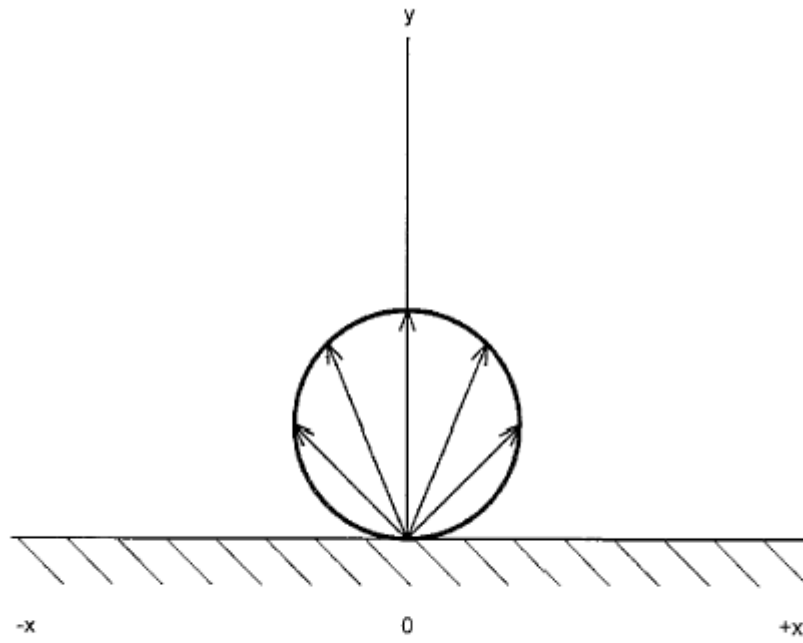


FIG. 24