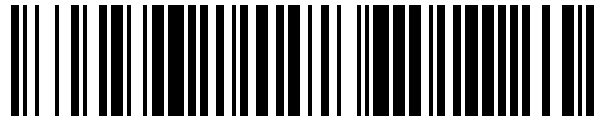


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 221 619**

21 Número de solicitud: 201890011

51 Int. Cl.:

**F21V 8/00** (2006.01)

**F21S 11/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**02.11.2017**

30 Prioridad:

**03.11.2016 EP 16197138**

**07.04.2017 EP 17165476**

**07.08.2017 EP 17185166**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**07.12.2018**

71 Solicitantes:

**BASF SE (50.0%)**

**Carl-Bosch-Strasse 38**

**67056 Ludwigshafen am Rhein DE y**

**BASF (CHINA) COMPANY LIMITED (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GARRIDO SEGURA, Cristobal;**

**HINTERMANN, Tobias;**

**KOSTRO, Andre y**

**VETTER, Tatjana**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **PANEL DE LUZ DIURNA**

ES 1 221 619 U

**PANEL DE LUZ DIURNA**

**DESCRIPCIÓN**

5 La presente invención se refiere a la iluminación con luz diurna de habitaciones interiores con luz diurna insuficiente, típicamente en edificios. En particular, se refiere a un canal de transporte de luz reflejado adecuado para el montaje horizontal bajo el techo, cuyo extremo frontal está sellado al lado interior de la fachada del edificio. El otro extremo del canal de transporte se extiende hacia el interior del edificio; su pared lateral, especialmente la pared lateral enfrentada al piso, comprende  
10 una o más aberturas equipadas con luminarias. La invención se refiere además a un sistema de iluminación de luz diurna que comprende dicho canal, y a un edificio con dicho sistema de iluminación de luz diurna.

Antecedentes de la invención

Los sistemas de luz diurna basados en elementos de transporte de luz de conducto revestidos de  
15 espejo son bien conocidos en forma de tubos de luz vertical para el transporte de luz desde el techo a los pisos superiores de un edificio; tales sistemas se describen, por ejemplo, en los documentos US 8955269, WO 2011/022274, US 2014/0160570, o EP 1306606. Los sistemas de esta clase son solo de interés menor para edificios de oficinas de varios pisos, donde las distancias desde el techo a las oficinas son en general demasiado largas para proporcionar la intensidad de luz de 500 lx en  
20 la zona central de trabajo (DIN EN 12464-1, iluminación de oficina).

Para transportar la luz del sol desde la fachada expuesta al sol a la profundidad del edificio, se han propuesto dispositivos que incluyen elementos que sobresalen de la fachada para recoger la luz solar y guiarla hacia tubos de luz horizontales, como se sugiere en CN 102305380, CN203162829U, JP 2014/209423, JP 2014/209424, JP 2016/048618 y WO 1998/028645; V. Garcia Hansen e I.  
25 Edmonds dan una visión general en 'Iluminación natural de edificios de oficinas de planos profundos: estrategias de tubos de luz, Congreso Mundial Solar ISES 2003, 1-8; y por D. Vázquez-Moliní et al., Proc. de SPIE vol. 7410, 74100H (2009)). Dichos dispositivos no solo presentan roturas estéticas en la fachada, sino que también interrumpen la envoltura del edificio y su blindaje térmico.

Ahora se ha descubierto que, sorprendentemente, se puede obtener una alta intensidad de luz a  
30 grandes distancias de la fachada expuesta al sol del edificio, por ejemplo, hasta 12 m o 15 m o 18 m, dependiendo de las dimensiones y, especialmente, de la altura del tubo de luz, mediante la unión

de un conducto con mirrografía a un elemento de fachada transparente (como una luz prestada) debajo del techo del piso, cuyo conducto está equipado con aberturas y luminarias instaladas en su extremo que se extiende hacia el interior del edificio. El sistema de iluminación así obtenido no interrumpe la fachada; la envolvente del edificio permanece intacta.

- 5 La invención se refiere principalmente a un sistema de iluminación diurna que comprende un tubo de transporte de luz para integración horizontal en un edificio, el tubo de transporte de luz tiene un extremo frontal y un extremo posterior, en el que el extremo posterior está sellado, las paredes interiores incluyen el extremo posterior son equipado con una capa reflectante, y una pared lateral contiene una o más ventanas abiertas, cada una de las cuales está sellada con una luminaria,
- 10 caracterizado porque el extremo delantero abierto es adecuado para sellar el lado interno de un elemento de fachada plano y transparente del edificio, o el extremo frontal está sellado a una placa frontal transparente adecuada para su integración en la fachada del edificio.

Los términos “aproximadamente” o “aproximadamente” en el contexto de la presente invención denotan un intervalo de precisión que comprenderá la persona experta en la técnica para garantizar aún el efecto técnico de la característica en cuestión. El término típicamente indica una desviación del valor numérico indicado de  $\pm 20\%$ , preferiblemente  $\pm 15\%$ , más preferiblemente  $\pm 10\%$ , e incluso más preferiblemente  $\pm 5\%$ . El término “aproximadamente” es sinónimo de “esencialmente” y denota una posible desviación del valor básico como se indicó anteriormente, excepto en el caso de ángulos, donde el término “aproximadamente” denota una posible desviación en más o menos 10

15

20 grados (preferiblemente hasta más o menos 5 grados). Por lo tanto, el término “aproximadamente horizontal” indica una alineación (por ejemplo, del canal de transporte de luz) con una inclinación máxima de más o menos 10 grados, y preferiblemente más o menos 5 grados, desde la horizontal.

Los términos técnicos son usados por su sentido común. Si un significado específico se transmite a ciertos términos, las definiciones de los términos se darán a continuación en el contexto del cual se usan los términos. Los términos “conducto revestido de espejo”, “conducto de luz”, “tubo de transporte de luz”, “canal de transporte de luz”, “canal de luz”, “tubo de luz” se utilizan como sinónimos.

25

El término “reflejo especular” se refiere a la reflexión sin creación de luz difusa.

El ángulo de incidencia de la luz (o ángulo solar) es el ángulo entre la luz entrante a través de una placa frontal transparente y la extensión (l) del canal de transporte de luz.

30

A menos que se indique lo contrario, el término “reflectividad” denota la reflectividad promedio de la luz visible (específicamente la luz solar, desde el rango espectral de 400 a 700 nm) en todos los ángulos de incidencia, polarizaciones y longitudes de onda.

El término “difusividad” denota la parte de luz convertida en luz difusa después de 1 reflexión. El ángulo de difusividad denota la desviación máxima de la reflexión especular de dicha luz difusa. En algunas capas reflectantes, la reflexión difusa ocurre en todas las direcciones; en otras capas, la reflexión difusa se limita a un ángulo de difusividad más pequeño, que puede ser isotrópico, o la reflexión difusa puede mostrar una dirección preferente en la que se produce un ángulo de difusividad mayor que en otras direcciones. La capa reflectante en el presente canal de transporte de luz preferiblemente muestra una difusividad del intervalo de 0.1 a 10%, por ejemplo, del intervalo de 1 a 6%; lo más preferiblemente proporcionando al menos 95% de reflexión dirigida y menos de 5% de reflexión difusa. El ángulo de difusividad es preferiblemente menor de 15°, especialmente preferido es una difusividad que se produce en la dirección preferente de la extensión de la longitud  $l$  del canal de luz, por ejemplo, con un ángulo de difusividad del rango de 5° a 15°, mientras que el ángulo de difusividad para la luz incidente en la dirección de la altura  $h$  o ancho  $w$  del canal de luz es más pequeño, por ejemplo, 0 a 5 grados.

Ventajosamente, la capa reflectante usada en el presente canal de transporte de luz proporciona reflectividad con bajo cambio de color. Los materiales preferidos para dicha capa muestran un Índice de Fidelidad  $R_f$  de 90 o más, y un Índice de Rango  $R_g$  del rango de 95 a 105 (valores que se determinarán de acuerdo con IES TM-30-15 [emitido en 2015];  $R_f$  caracteriza el cambio de color promedio del 99 CES para caracterizar el nivel general de similitud entre la fuente de prueba y el iluminante de referencia con valores que varían de 0 a 100; un puntaje neutral para  $R_g$  es 100, con valores mayores que 100 que indican un aumento en la saturación y valores de menos de 100 indican una disminución en la saturación, ver Departamento de Energía de los EE. UU., Evaluating Color Rendition Using IES TM-30-15, documento No. PNNL-SA-114005 de octubre de 2015).

La placa frontal transparente del presente sistema puede integrarse como un elemento de fachada sin sobresalir, convirtiéndose así en parte de la envolvente del edificio tanto funcional como estéticamente, típicamente como parte de una fachada de vidrio o como una luz prestada por encima de la ventana de la habitación. Por lo tanto, el elemento de fachada (con su superficie típicamente definida por la altura  $h$  y el ancho  $w$  como se representa en la figura 1a) generalmente puede disponerse paralelo a la fachada. La placa frontal transparente típicamente es un elemento de fachada transparente, que no contiene ningún elemento adicional de redirección de luz. Por

ejemplo, la placa frontal transparente puede ser una ventana con acristalamiento simple, doble o triple estándar.

En general, el presente sistema, su placa frontal y elemento de fachada unido al extremo delantero del canal, no incluye ningún colector de luz o elemento de redirección de luz, o lámina de vidrio con película u hoja que comprende un elemento de redirección de luz unido a él, como parte de la placa frontal o elemento de fachada.

El presente canal de transporte de luz está equipado, con su abertura frontal, con el elemento de fachada transparente o translúcida desde el interior del edificio, preservando así las propiedades de gestión del calor de la envolvente del edificio y el aspecto estético de la fachada. El presente canal de transporte de luz puede ajustarse al elemento de fachada de manera que su abertura frontal (sección transversal) esté sellada a dicho elemento de fachada, o el canal de transporte de luz esté simplemente dispuesto detrás del elemento de fachada para permitir la entrada de luz desde el elemento de fachada en su abertura frontal, que puede sellarse mediante una lámina transparente separada tal como una lámina de polímero o una lámina de vidrio.

El canal de transporte de luz (Fig. 1a o 1b, previsto para extenderse con su longitud  $l$  en el interior del edificio) generalmente forma un ángulo de  $45^\circ$  o más con la superficie exterior del elemento de fachada (en la Fig. 1a definida por su altura  $h$  y ancho  $w$ ); típicamente, el ángulo entre el plano  $h \times w$  y un lado largo del canal de luz de longitud  $l$  es de aproximadamente  $90^\circ$ , realizando así un posicionamiento aproximadamente horizontal. La altura y el ancho del elemento de fachada pueden tener aproximadamente la misma dimensión que la altura y el ancho del canal de transporte de luz, como se ilustra en la figura 1a y 1b, o puede ser más grande, como se representa en las figuras 2, 3 y 4.

El espesor  $d$  del elemento de fachada (800) puede variar de 10 a 1000 mm, por ejemplo, de 15 a 250 mm, preferiblemente de 1 cm a 20 cm, más preferiblemente de 2 cm a 15 cm.

De acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención, el presente sistema de iluminación diurna comprende al menos una película de polímero, por ejemplo, un recubrimiento o película laminada a al menos una lámina de vidrio de la placa frontal transparente o elemento de fachada (en lo sucesivo también denominado panel transparente), para controlar sus propiedades de reflexión y transmisión. Por ejemplo, cualquiera de los paneles transparentes puede comprender al menos un revestimiento o película laminada a él para controlar sus propiedades de reflexión y transmisión. Puede, por ejemplo, comprender un revestimiento o película antirreflectante y/o un recubrimiento o película de reflexión IR, y/o un revestimiento o película de baja E, y/o un

recubrimiento o película de reflexión UV, y/o un revestimiento o película absorbente de IR, y/o un recubrimiento o película absorbente de UV. También puede comprender un revestimiento o película que refleje o absorba selectivamente un intervalo específico estrecho del espectro de luz, es decir, una película o revestimiento de múltiples capas (tal como un filtro de Bragg). El revestimiento o la película se pueden usar para controlar el espectro de luz que se transmite al edificio. Preferiblemente, el espectro de luz visible de 400 a 700 nm se transmite a través del recubrimiento o película. Al menos una parte de la radiación IR puede ser reflejada o absorbida por el revestimiento o la película para mantener el calor fuera del edificio durante los períodos de alta temperatura y dentro del edificio durante los períodos de baja temperatura. Al menos parte de la radiación UV puede reflejarse o absorberse para proteger el interior del edificio de la dañina radiación UV. Sin embargo, puede ser preferible dejar que al menos parte de la radiación UV-A pase a través de la placa frontal hacia el interior del edificio, donde puede inducir la biosíntesis de vitamina A en la piel de los seres humanos.

El presente sistema puede así integrarse en un elemento de fachada para ser utilizado en una construcción. El sistema puede construirse preferiblemente en forma de un sistema modular que puede integrarse en la fachada.

El sistema puede usarse para la iluminación de cualquier tipo de edificios. Preferiblemente, el sistema se utiliza para la iluminación de grandes edificios de oficinas, hospitales, escuelas o hogares de ancianos.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se presenta un edificio que comprende una iluminación de luz diurna como se describe aquí y una envoltura con una fachada en la que la placa frontal presente del canal de luz está integrada como elemento de fachada.

El sistema de iluminación natural comprende al menos un conducto revestido de espejo para transportar la luz del día desde la placa frontal hasta el interior del edificio. El conducto revestido de espejo preferiblemente puede comprender un material de base tal como por ejemplo un metal (aluminio, acero) o un plástico como soporte. El interior del conducto revestido de espejo tiene una superficie reflectante. Se puede usar cualquier reflector adecuado en conductos de luz revestidos de espejo, que incluyen, por ejemplo, metales o aleaciones metálicas, películas recubiertas de metal o de aleación de metal, apilamientos de película dieléctrica orgánica o inorgánica, o una combinación de los mismos. En algunos casos, los conductos de luz revestidos con espejos pueden habilitarse de manera única mediante el uso de reflectores de interferencia multicapa poliméricos tales como películas ópticas de 3M, incluyendo películas de espejo como la película ESR Vikuiti™, que tienen una reflectividad especular superior al 98% en todo el espectro visible de luz.

La capa reflectante en el presente canal de transporte de luz típicamente muestra una reflectividad promedio a través del espectro visible y todos los ángulos de incidencia (incluida la reflectancia difusa) del 96.5% o más, preferiblemente del 97% o más, más preferiblemente del 97.5% o más, y especialmente del 98% o más.

5 La invención se refiere además al uso de una película reflectante que proporciona una reflectividad, promediada sobre todos los ángulos de incidencia, polarizaciones y longitudes de onda del intervalo visible, del 96.5% o más, preferiblemente del 97% o más, y especialmente del 97.5% o más, para revestir las paredes interiores del tubo (801) de transporte de luz que tiene una longitud de 5 a 20, especialmente de 6 a 12 metros, obteniendo así el conducto revestido de espejo descrito a  
10 continuación con más detalle, y que es adecuado para la integración horizontal en un edificio. Se prefiere tal uso, donde la película reflectante comprende una capa de plata reflectante o una multitud de capas de polímero, y el tubo de transporte de luz tiene un ancho del rango de 0.1 m a 2 m, más preferiblemente de 0.2 m a 1 m, y una altura del rango de 0.05 m a 1 m, preferiblemente de 0.1 a 0.75 m.

15 Cuando se utilice una película óptica multicapa en cualquier dispositivo óptico, se entenderá que puede laminarse a un soporte (que puede ser transparente, opaco, reflectante o cualquier combinación de los mismos) o puede soportarse de otra manera utilizando cualquier marco adecuado u otra estructura de soporte porque, en algunos casos, la propia película óptica multicapa puede no ser lo suficientemente rígida para ser autoportante en un dispositivo óptico.

20 El conducto revestido de espejo puede tener preferiblemente un área de sección transversal rectangular o circular. El conducto revestido de espejo también puede tener un área de sección transversal triangular o pentagonal o hexagonal o similar. De especial interés técnico es un conducto revestido de espejo, cuyo extremo posterior está inclinado, por ejemplo, en 45° hacia abajo, o redondeado (por ejemplo, en una forma parabólica lineal), formando así una luz que dirige el espejo  
25 hacia una o más luminarias, como se describe adelante para los elementos de desacoplamiento.

El conducto revestido de espejo se utiliza para transportar la luz del día desde el interior del edificio al interior del edificio. El conducto revestido de espejo puede tener una amplia variedad de longitudes y preferiblemente comprende elementos modulares que se pueden combinar a cualquier longitud deseada. El conducto revestido de espejo puede tener así una longitud de 1 m a 40 m,  
30 preferiblemente de 2 m a 20 m, más preferiblemente de 4 m a 16 m. De especial interés técnico es un conducto revestido de espejo (tubo de transporte de luz 801) que tiene una longitud de 5 a 20 metros, especialmente de 6 a 12 metros.

El conducto revestido de espejo puede estar conectado horizontalmente al techo de una habitación. Es preferible que sea parte de un techo suspendido. Alternativamente, el conducto revestido de espejo también se puede unir abiertamente al techo. El conducto revestido de espejo puede pasar a través de aberturas en paredes transversales y así conectar varias habitaciones dentro del mismo  
5 piso.

Por ejemplo, si el conducto revestido de espejo tiene una forma rectangular, el ancho  $w$  puede estar preferiblemente en un rango de 0.1 m a 2 m, más preferiblemente de 0.2 m a 1 m, incluso más preferiblemente de aproximadamente 0.3 m a 0.9 m. La altura  $h$  del conducto está típicamente en un intervalo de 0.05 m a 1 m, más preferiblemente de 0.1 a 0.75 m. El conducto revestido de espejo  
10 también puede tener una forma redonda. En este caso, el diámetro del conducto puede estar en el rango de 0.1 m a 2 m, preferiblemente de 0.2 m a 1 m. De especial interés técnico es un sistema cuyo conducto revestido de espejo tiene una forma rectangular cuya anchura  $w$  es de aproximadamente 0.9 m y cuya altura  $h$  es de aproximadamente 0.3 m.

En otra realización preferida, el conducto revestido de espejo, por ejemplo, que comprende paredes izquierda y derecha y lados inferior y superior en el caso del conducto rectangular preferido, puede tener un área de sección transversal no constante en la parte situada cerca de la fachada, es decir, el área de la sección transversal puede estrecharse sobre una distancia de hasta 2 m de la fachada, preferiblemente hasta 1 m. Este estrechamiento del conducto da como resultado un efecto secundario de concentración de luz. La estructura del conducto puede estrecharse linealmente, o  
20 puede estar estrechando en una geometría de tipo concentrador parabólico compuesto (CPC) (circular o rectangular) o similar. Dentro de la sección de estrechamiento de un conducto rectangular, las paredes del canal, el fondo y/o la parte superior pueden desviarse hasta  $30^\circ$  desde la longitud general del canal, es decir, una sección inferior estrecha puede desviarse hasta  $30^\circ$  con respecto a la horizontal. El estrechamiento se efectúa preferiblemente en la dimensión vertical (es decir, reduciendo la altura del canal) pero también se puede usar para estrechar el ancho del canal. El área de la sección transversal del conducto revestido de espejo se puede reducir así en un factor de 1,05 a 10, preferiblemente de 1,2 a 5, más preferiblemente de 1,4 a 5 con pérdidas de luz menores que el aumento del flujo luminoso a través de la sección transversal reducida. La reducción del área de la sección transversal da como resultado un menor coste de material y menores  
25 requisitos de espacio para el sistema de transporte.

El conducto revestido de espejo preferiblemente transporta la luz en una dirección lineal desde la fachada hasta el interior del edificio. Sin embargo, el conducto revestido de espejo también puede comprender elementos doblados que permiten el cambio de dirección del transporte de luz.



Preferiblemente, los elementos doblados solo se doblan ligeramente para minimizar las pérdidas de luz. El conducto revestido de espejo también puede dividirse en dos o más conductos revestidos de espejo con un área de sección transversal más pequeña después de una cierta distancia.

5 El conducto revestido de espejo puede comprender un elemento transparente para separar zonas de incendio, típicamente en un edificio, y cumplir con la regulación de seguridad. El elemento de separación puede ser, por ejemplo, pero no exclusivamente, cualquier tipo de panel de vidrio revestido antirreflectante con alta transmitancia. Preferiblemente, el uso de dicho elemento de separación se evita colocando un solo conducto revestido de espejo solo para una zona de fuego.

10 El conducto revestido de espejo puede comprender un elemento para regular la intensidad de la luz transportada. El elemento de regulación puede ser, por ejemplo, pero no exclusivamente, cualquier tipo de obturador o una ventana electrocrómica transparente que permita la regulación de la intensidad de la luz transportada por el sistema de iluminación natural.

15 El conducto revestido de espejo puede comprender al menos un elemento óptico para homogeneizar (mezclar) y/o difundir parcialmente la luz direccional que entra en el conducto revestido de espejo antes de que se acople fuera del conducto para la iluminación en el interior del edificio. El elemento óptico para homogeneizar la luz puede unirse al elemento que regula la intensidad de la luz transportada, o puede unirse independientemente del elemento que regula la intensidad de la luz.

20 El conducto revestido de espejo puede comprender al menos una fuente de luz artificial unida a él, preferiblemente es una fuente de luz LED. La fuente de luz artificial puede encenderse en situaciones en las que el sistema de iluminación natural no entrega suficiente cantidad de luz diurna para la iluminación de la habitación. La fuente de luz artificial se puede unir dentro o fuera del tubo de luz. Cuando se coloca en el interior, la luminaria que define la distribución de la luz puede ser el propio conducto revestido de espejo o un elemento adicional acoplado con el conducto revestido de  
25 espejo.

El mecanismo del obturador para regular la intensidad de la luz transportada y la fuente de luz artificial se pueden conectar individualmente a un sistema de regulación o se pueden conectar a un sistema de regulación común. El sistema de regulación es preferiblemente un sistema automático conectado con al menos un elemento sensor. El al menos un elemento sensor puede, por ejemplo,  
30 comprender un sensor de ocupación, un sensor fotométrico, un sensor de iluminancia, un sensor de irradiación y/o un sensor de formación de imágenes. El elemento sensor puede analizar la composición espectral de la luz. El al menos un elemento sensor puede estar conectado de manera

inalámbrica al sistema de regulación. El al menos un elemento sensor también puede controlar la fuente de luz artificial adicional.

Los conductos de luz pueden construirse preferiblemente en forma de un sistema modular que comienza en el elemento de fachada y puede integrarse en el techo o techo suspendido de un piso  
5 extendiéndose así a la profundidad del edificio con módulos apropiados seleccionados según las necesidades específicas de cada habitación que se va a iluminar. El conducto de luz puede construirse preferiblemente a partir de elementos de conducto de luz modulares prefabricados individuales.

El sistema de iluminación natural comprende preferiblemente elementos de conexión mecánicos en  
10 la placa frontal o elemento de fachada previsto como la sección de unión de canales, y en los extremos abiertos de los módulos de conductos de luz que permiten ensamblar fácilmente el sistema completo desde módulos individuales.

En lo siguiente se proporcionan detalles y realizaciones relacionadas con el elemento de distribución de luz. En el contexto de la presente invención, el término elemento de distribución de luz se usa  
15 de forma intercambiable con la luminaria o elemento de luminaria.

En el interior del edificio, la luz del día se acopla desde el conducto revestido de espejo a través de secciones de luminarias y se distribuye en las salas para la iluminación de la habitación.

Las secciones de la luminaria pueden interrumpir el conducto revestido de espejo en el lado(s) del conducto dirigido hacia el interior de la habitación. Cuando los conductos revestidos de espejo están  
20 suspendidos horizontalmente en el techo de una habitación, la sección de la luminaria se ubica preferiblemente en la parte del conducto que apunta hacia el piso de la habitación.

Las secciones de luminaria generalmente comprenden un área del conducto revestido de espejo que es al menos parcialmente transparente para la luz del día, es decir, el espejo reflectante especular no está cubriendo el interior del conducto en absoluto o está interrumpido en la sección  
25 de la luminaria. La sección de la luminaria puede comprender una abertura transparente en el conducto revestido de espejo a través del cual la luz se dirige hacia la habitación que se va a iluminar. La abertura transparente (superficie de salida de luz) puede comprender preferiblemente una placa transparente, por ejemplo, una placa de vidrio o placa de plástico (PMMA, policarbonato o silicona) a través de la cual la luz se redirige a la habitación. La placa transparente puede ser una  
30 placa plana o puede ser una estructura 3D que se extiende desde el conducto revestido de espejo o en el conducto de luz del espejo. La estructura 3D puede tener cualquier forma geométrica, que

incluye (pero no se limita a) por ejemplo, una forma de tipo domo, una forma de tipo de techo triangular o una forma de tipo de bóveda redondeada.

Unida a la al menos una sección de la luminaria se puede encontrar un elemento de acoplamiento que redirige la luz hacia la habitación que se va a iluminar. El elemento de redireccionamiento puede, por ejemplo, ser un elemento de tipo espejo que sobresalga en el conducto revestido de espejo o puede ser un elemento óptico transparente, como p. ej. un prisma, cono o pirámide que sobresale en el conducto revestido de espejo y que redirige la luz por reflexión interna total (TIR). El elemento de redirección también puede ser una película microóptica laminada a la placa transparente en la abertura de la luminaria. El elemento de redireccionamiento también puede contener una funcionalidad de homogeneización (o mezcla) de luz.

El al menos un elemento de luminaria puede comprender elementos ópticos de control de luz (o dirección) unidos que distribuyen la luz redirigida después de acoplarse desde el conducto revestido de espejo en la habitación a iluminar de acuerdo con las necesidades específicas de la habitación. Los elementos de dirección pueden ser cualquier elemento óptico que cumpla esta tarea, como, por ejemplo, lentes, elementos de tipo reflector, elementos de superficie de estructura regular o irregularmente, o películas micro-ópticas.

La al menos una luminaria puede comprender una combinación de un elemento de redirección de luz y un elemento de dirección de luz unido a ella. Preferiblemente, la combinación de un elemento de redirección de luz y un elemento de dirección de luz unido a ella comprende dos películas microópticas, es decir, una película de redirección y una película de dirección.

Al menos en la luminaria también puede comprender una combinación de lo anterior con una parte clara y transparente para preservar la direccionalidad de la luz solar y permitir parches de luz en el espacio iluminado, que se mueven con la posición cambiante del sol. Tales parches de luz móviles proporcionan una conexión con el exterior para el usuario y agregan una característica estética. La parte transparente no afecta la dirección o difusividad de la luz en el tubo de luz. Esta combinación se puede realizar por la presencia de parches claros cuadrados, redondos o de otra forma en la luminaria. La fracción superficial total del área despejada de la luminaria puede ser aproximadamente 1/50, más preferiblemente aproximadamente una décima. Esta combinación también puede alcanzarse mediante una combinación de luminarias, algunas son claras, otras no.

En una realización preferida, el elemento de luminaria puede incluir una película de dirección que tiene una pluralidad de crestas adyacentes a la película de redirección y opuesta a la superficie de salida de luz, cada reborde paralelo al eje longitudinal y dispuesto para refractar un rayo de luz

incidente de la película redirigida. donde un rayo de luz que sale del conducto a través de la superficie de salida de luz es redirigido por la película de redirección dentro de un primer plano perpendicular a la sección transversal del conducto de luz, y redirigido adicionalmente por la película de dirección dentro de un segundo plano paralelo a la sección transversal de conducto de luz. Las películas redirigidas, las películas de dirección y la pluralidad de configuraciones vacías se describen adicionalmente, por ejemplo, en las Publicaciones PCT Nos. WO2014/070495 titulada CURVED LIGHT DUCT EXTRACTION, y WO2014/070498 titulada RECTANGULAR LIGHT DUCT EXTRACTION, cuya descripción se incorpora aquí. en su totalidad.

Las dimensiones de las luminarias pueden variar en un amplio rango y están limitadas solo por el tamaño de los conductos revestidos de espejo. Las dimensiones de las luminarias se seleccionan de acuerdo con el flujo de luz disponible del sistema de iluminación natural y las necesidades de iluminación en el interior del edificio.

La luminaria puede extenderse como una sola sección a lo largo de toda la longitud del conducto revestido de espejo o en el extremo de la sección transversal del conducto revestido de espejo, o dos o más luminarias pueden ubicarse a lo largo del conducto revestido de espejo en secciones separadas. Preferiblemente, las secciones de luminarias situadas cerca del extremo del conducto (es decir, en la profundidad del edificio) pueden ser más grandes que las cercanas a la envolvente del edificio.

Para conductos de luz de forma rectangular, la sección de la luminaria puede extenderse preferiblemente sobre todo el ancho del conducto o solo cubrir una parte del ancho, o puede cubrir toda la anchura incluyendo adicionalmente partes de las paredes laterales. Para conductos de forma circular, la sección de la luminaria puede cubrir menos de la mitad de la circunferencia del conducto o puede cubrir tanto como toda la circunferencia del conducto.

Los conductos de luz pueden construirse preferiblemente en forma de un sistema modular que se extiende hasta la profundidad del edificio con módulos apropiados que incluyen módulos que comprenden al menos una sección de luminaria seleccionada dependiendo de las necesidades específicas de cada habitación que se va a iluminar. El conducto de luz puede construirse preferiblemente a partir de elementos de conducto de luz modulares prefabricados individuales que incluyen elementos de conducto de luz que comprenden al menos una sección de luminaria.

En el hemisferio norte, el sistema de iluminación natural puede aplicarse ventajosamente a una fachada de orientación sur, una fachada de orientación este o una fachada de orientación oeste. En términos más generales, puede aplicarse a una fachada que apunta en cualquier dirección de este

a sur a oeste, más preferiblemente en una dirección que apunta principalmente hacia el sur. En el hemisferio sur, se puede aplicar a una fachada de orientación norte, una fachada de orientación este o una fachada de orientación oeste. En términos más generales, puede aplicarse a una fachada que apunta en cualquier dirección de este a norte a oeste, más preferiblemente en una dirección  
5 que apunta principalmente hacia el norte.

Además del uso en edificios, el presente se puede usar para iluminar el interior de vehículos, típicamente vehículos más grandes como barcos o trenes, especialmente cuando tales vehículos comprendan habitaciones interiores sin ventanas o con ventanas demasiado pequeñas para proporcionar suficiente iluminación con luz diurna. En el caso de los buques, dichas habitaciones  
10 deben estar ubicadas sobre el nivel del mar, pero pueden estar distantes de la pared lateral exterior del vehículo, como se describe para los edificios anteriores. El montaje del canal de luz en el vehículo es análogo al montaje en un edificio, es decir, típicamente debajo del techo de la habitación con la abertura frontal del canal unida a una ventana exterior del vehículo. Ventajosamente, los vehículos grandes para transporte de pasajeros o recreación pueden estar equipados con el actual  
15 sistema de iluminación diurna, por ejemplo, cruceros. La presente invención se refiere además a un sistema de iluminación diurna para integración en un vehículo, el sistema de iluminación diurna comprende un tubo (801) de transporte de luz para la integración horizontal en el vehículo, el tubo de transporte de luz tiene un extremo frontal y un extremo posterior, en el que el extremo posterior está sellado, las paredes internas que incluyen el extremo posterior están equipadas con una capa  
20 (808) reflectante, y una pared lateral contiene una o más aberturas, cada una de las cuales está sellada con una luminaria (807),

caracterizado porque la capa (808) reflectante proporciona una reflectividad, promediada en todos los ángulos de incidencia, polarizaciones y longitudes de onda del rango visible, del 96.5% o más, y el extremo frontal abierto es adecuado para unirse al lado interno de un plano elemento de pared  
25 (800) transparente del vehículo, o el extremo delantero está sellado a una placa (800) frontal transparente adecuada para la integración en la pared exterior del vehículo. El elemento de pared es típicamente una ventana o parte de una ventana del vehículo.

La invención se refiere además a un vehículo que comprende un sistema de iluminación diurna como se describió anteriormente, y una pared exterior que comprende un elemento de pared  
30 translúcido o transparente, al que está unido el presente canal de transporte de luz en posición horizontal aproximadamente, preferiblemente debajo del techo de una o más habitaciones dentro del vehículo.

Estas y otras características de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas más adelante.

Descripción de las realizaciones mostradas en las figuras:

- 5 La figura 1a muestra esquemáticamente el sistema de iluminación de la luz del día presente para la integración en el edificio con una superficie frontal transparente ( $h \times w$ ) según la presente invención. El canal de transporte de luz (tubo de luz rectangular) de longitud  $l$ , ancho  $w$  y altura  $h$  (en el ejemplo:  $h = 0.3$  m,  $w = 0.9$  m,  $l = 11$  m) está sellado desde el interior al elemento de fachada que tiene un ancho de al menos  $w$  y una altura de al menos  $h$ . El elemento de fachada puede ser una ventana con acristalamiento doble o triple estándar.
- 10 La figura 1b proporciona una vista lateral esquemática de un canal de transporte de luz reflejado 801, 808 de longitud  $l$  y una sección transversal rectangular de altura  $h$  con placa delantera transparente 800, cuyo extremo posterior comprende un espejo inclinado  $45^\circ$ , guiando así la luz entrante hacia la apertura 807 de luminaria.
- 15 La figura 2 muestra esquemáticamente la vista lateral del presente sistema de iluminación diurna que comprende un tubo de luz rectangular de altura  $h$  con su lado 801 de entrada de luz (lado izquierdo de la figura) unido a la placa 800 frontal transparente, lado 811 posterior (lado derecho de la figura) que contiene una luminaria 807, capa 808 reflectante (línea discontinua) que cubre las paredes internas del tubo de luz y el extremo posterior; las posibles trayectorias de luz 812 se indican por líneas de puntos (se omite la reflexión en el extremo 813 posterior).
- 20 La figura 3 muestra esquemáticamente una vista frontal del elemento 700, 705 de fachada que comprende dos secciones al menos parcialmente transparentes con 2 canales 701, 702 de luz unidos al interior. Típicamente, la altura (703, 704, A, B) del elemento de fachada es mayor que la altura del canal, en este ejemplo especificado como 0.3 m. Dimensiones específicas adicionales de una realización ejemplar individual del conjunto se muestran en la figura 3.
- 25 La figura 4 muestra una sección de un edificio con un sistema de iluminación de luz diurna de acuerdo con la presente invención. El sistema de iluminación diurna comprende una placa frontal (como elemento de fachada) 800 y un canal 801 de transporte de luz (tubo de luz). El canal de transporte de luz es para guiar la luz desde el exterior del edificio hacia el interior del edificio. El canal 801 de transporte de luz comprende paredes que proporcionan una reflexión interna para
- 30 guiar la luz desde la placa 800 frontal hacia la sección deseada 809 del edificio (por ejemplo, una habitación separada). En la figura 8, el canal de transporte de luz está realizado como un tubo de

luz 805 horizontal reflejado. Además, se muestra un elemento de distribución de luz 807 en forma de luminaria de luz diurna. El edificio de la figura 8 también comprende una ventana 802, varias paredes 806, marco 803 y el piso 804.

La figura 5 muestra la sección transversal (vista lateral) de los canales de luz prototipo del ejemplo 3 revestidos con película de alta reflexión (no mostrada en la figura); 800 denota la unidad de vidrio aislante de la fachada (lado frontal, lámina de vidrio de 4 mm, espacio de aire de 12 mm, lámina de vidrio de 4 mm); 801 denota el volumen del canal de luz; 807 denota las 2 aberturas (Luminarias, vista lateral que muestra su lado corto) la del extremo del canal con un tamaño de 29 cm x 83 cm y la del centro del canal de 30 cm x 80 cm; 815 denota el reflector redondeado en el extremo del tubo (radio 29 cm) y la lámina reflectante sobre la luminaria central; 821 indica la longitud del tubo recto de 11.1 m; 822 indica la distancia entre las 2 aberturas de la luminaria de 2.8 m.

Abreviaturas utilizadas en la especificación o reivindicaciones:

PMMA	polímero acrílico Polimetilmetacrilato
PET	poliéster tereftalato de polietileno
15 PVB	polímero Polivinilbutiral
LED	diodo emisor de luz

Ejemplo 1: Modelo de canal

Un canal de luz modelo rectangular en escala 1:10 con vidrio transparente como placa frontal y parte posterior abierta es de 3 cm de altura, 9 cm de ancho y 110 cm de longitud. Este sistema modelo tiene las mismas propiedades ópticas, incluido el flujo de luz en la parte posterior, ya que el mismo sistema aumentó a una altura de 30 cm, un ancho de 90 cm y una longitud de 11 m, o dicho sistema (como se muestra en la Fig. 1b) equipado con un espejo de 45° en la parte posterior que dirige la luz hacia la abertura/luminaria insertada de forma rectangular a la placa frontal en la parte inferior del canal de luz. Los siguientes materiales se utilizan como capa 808 reflectante que cubre las paredes internas del canal, incluida la parte posterior (cuando corresponda):

MIRO-SILVER® 27 («M27», fabricado por Alanod, Ennepetal, Alemania) comprende una capa de plata adherida a un material base de aluminio y cubierta por capas de óxido que mejoran la reflexión (datos del fabricante: difusividad <6%; reflectividad 98% o más).

Película reflectante multicapa comercial («3M»; fabricada por 3M).

3M Specular Film DF2000MA («DF2000MA»; fabricado por 3M) comprende una película de polímero multicapa sin metal (datos del fabricante: reflectividad >99% y color reflejado/desplazamiento de CIE en u, v menor o igual a 0.002 [ASTM E1164/E108])

La fuente de luz es la luz solar artificial (sistema de iluminación LED) como describen Darula Stanislav y otros, Applied Mechanics and Materials 861, 469 (2017).

Con fines comparativos, el flujo luminoso se calcula suponiendo una reflexión especular en las paredes internas con una reflectividad del 97% en todos los ángulos de incidencia en el mismo canal de luz.

El flujo luminoso se determina en la parte posterior del canal modelo; los resultados se compilan en la Tabla 1.

Tabla. 1: Flujo de luz (en% de la luz entrante) en el extremo del canal, dependiendo del ángulo de incidencia

Ángulo del sol	Calculado (comparación) %	M27 %	3M %	DF2000MA %
70°	4.8	11	35	47
50°	26.3	32	53	68
35°	45.9	46	70	72
30°	52.8	54	68	79
20°	65.9	63	76	82

El transporte de luz en el canal es sorprendentemente eficiente incluso a altos ángulos de sol.

Ejemplo 2: Flujo de luz promedio (horas de oficina) en diferentes latitudes

El flujo de luz promedio en la parte posterior (l = 11 m) de un canal de luz horizontal orientado hacia el sur de h = 0.3 m y w = 0.9 m como se muestra en la Fig. 1b, durante el horario de oficina estándar entre 8 am y 5 pm se calcula para condiciones del cielo encontradas en Frankfurt a.M. (35% horas de sol), Madrid y Abu Dhabi (según datos climáticos públicos: <https://energyplus.net/weather>).



Para la simulación, se usa una herramienta de trazado de rayos (LightTools 8.5, Grupo de soluciones ópticas Synopsis, Pasadena, EE. UU.) Para caracterizar el sistema, suponiendo una reflectividad del 97% en todos los ángulos de incidencia. La transmitancia del sistema se caracteriza por cada ángulo entrante del hemisferio con una resolución de 1° en elevación y 2° en acimut. La transmisión se calcula entre el extremo frontal del conducto y el extremo posterior del conducto. Este vector de transmitancia se multiplica por la luminancia disponible y el ángulo sólido para cada dirección en cada etapa de tiempo. La luminancia del cielo para cada dirección y durante todo el año se calcula con base en el modelo de Pérez utilizando la irradiación directa y difusa de los datos climáticos por hora. Se consideran tanto la luminancia para el cielo como para el suelo (albedo del 30%). De esta manera, se calcula el flujo de luz por hora al final del sistema.

La Tabla 2 recopila los resultados (en el lumen) del flujo luminoso promedio durante el horario de oficina (Promedio) y del flujo luminoso mínimo durante el 50% del horario de atención (Mínimo, es decir, durante el 50% de las horas trabajadas, el flujo luminoso al final del conducto será igual o mayor que el valor dado).

Tabla. 2: Flujo de luz promedio (lm) y flujo luminoso mínimo (lm) después de 11 m de longitud de transporte

	Frankfurt	Madrid Abu	Dhabi
Promedio	4300	5900	6000
Mínimo	3450	5050	4850

Ejemplo 3: Prototipo a escala real

Para validar aún más los resultados de la simulación del ejemplo 2, se construye un prototipo 1:1. El prototipo consta de dos oficinas y dos tubos de luz. Ambas oficinas son sin ventanas e iluminadas por una abertura en cada tubo, tienen 2.8 m de ancho y 3 m de largo con un techo de 2.6 m. Las habitaciones están pintadas de blanco y amuebladas con una mesa y sillas. Los tubos tienen una sección transversal rectangular con una dimensión interior de 29 cm de altura y 87 cm de ancho. Los tubos tienen 11.39 m de longitud en total y se colocan en paralelo con algo de espacio entre ellos. Uno está equipado con una lámina reflectante DF200MA de 3M y una con una lámina de metal reflectante Alanod Miro Silver DL. Las cuatro aberturas en la superficie inferior de los 2 tubos que proporcionan luz a las habitaciones están compensadas por 14.5 cm con respecto al techo. La distancia de 14.5 cm entre el techo de la habitación y la abertura del tubo en cada caso está equipada con una lámina reflectante. Las aberturas de cada tubo en la primera habitación (Fig. 14b)

5 tienen un tamaño de 30 x 80 cm, comenzando a 8 m de la fachada, y en la segunda oficina (Fig. 14a) 29 x 83 cm y ubicadas a 11.1 m de la fachada, en el extremo del tubo (longitud corta de la abertura en la dirección de la longitud del tubo). El tubo termina con un reflector en forma de cuarto de círculo por encima de la abertura en el extremo del tubo, con un radio de 29 cm (consulte la Fig. 5). Sobre la primera abertura se coloca una lámina reflectante con un ángulo de 29° con respecto a la horizontal y una longitud de 27.8 cm para capturar la luz del tubo y redirigirla. Las aberturas verticales en el frente, lado de la fachada, están equipadas con un plexiglass simple y luego con un doble acristalamiento (4-12-4). Las mediciones de campo se realizan en Austria con fachada orientada al sur. Las fotos de la primera habitación tomadas en horarios fijos el 21 de septiembre de 2017 se evalúan para cuantificar la intensidad de la luz en el lugar de trabajo; los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Iluminancia en el escritorio de la oficina en la habitación principal derivado de la iluminancia; medición realizada el 9/21/2017.

Hora del día	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
15 Iluminancia (lux)	313	766	1045	832	785

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de iluminación diurna que comprende un tubo (801) de transporte de luz para integración horizontal en un edificio o vehículo, el tubo de transporte de luz tiene un extremo delantero y un extremo posterior, en el que el extremo trasero está sellado, las paredes interiores incluyen la parte posterior el extremo está equipado con una capa (808) reflectante, y una pared lateral contiene una o más aberturas, cada una de las cuales está sellada con una luminaria (807),

caracterizado porque la capa (808) reflectante proporciona una reflectividad, promediada en todos los ángulos de incidencia, polarizaciones y longitudes de onda del rango visible, del 96.5% o más, y el extremo frontal abierto es adecuado para unirse al lado interno de un plano elemento (800) de fachada transparente del edificio o elemento de pared del vehículo, o el extremo frontal está sellado a una placa (800) frontal transparente adecuada para su integración en la fachada del edificio o la pared del vehículo.

2. Sistema de iluminación diurna según la reivindicación 1 que comprende un tubo (801) de transporte de luz para integración horizontal en un edificio, el tubo de transporte de luz tiene un extremo frontal y un extremo posterior, en el que el extremo posterior está sellado, incluyendo las paredes internas el extremo posterior está equipado con una capa (808) reflectante, y una pared lateral contiene una o más aberturas, cada una de las cuales está sellada con una luminaria (807),

caracterizado porque la capa (808) reflectante proporciona una reflectividad, promediada en todos los ángulos de incidencia, polarizaciones y longitudes de onda del rango visible, del 96,5% o más, y el extremo frontal abierto es adecuado para unirse al lado interno de un plano elemento (800) de fachada transparente del edificio, o el extremo frontal está sellado a una placa (800) frontal transparente adecuada para su integración en la fachada del edificio.

3. Sistema de iluminación diurna según la reivindicación 1 o 2, en el que el extremo frontal y una o más aberturas selladas con una luminaria (807) en el tubo (801) de transporte de luz están dispuestas de forma tal que el área de la sección transversal del frente un extremo adecuado para sellar, o sellado, a la placa frontal (800), y el área de la sección transversal de una o más aberturas selladas con una luminaria (807) forma aproximadamente un ángulo recto.

4. Sistema de iluminación diurna según la reivindicación 1 o 2 o 3, en el que la capa (808) reflectante proporciona una reflectividad, promediada sobre todos los ángulos de incidencia, polarizaciones y longitudes de onda del intervalo visible, del 97% o más, especialmente 97,5% o más, más específicamente 98% o más.

5. Sistema de iluminación diurna según la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en el que las paredes interiores de guía de luz del tubo (801) de transporte de luz están cubiertas por una capa reflectante de plata o aluminio o una película de polímero multicapa reflectante, que proporciona al menos Reflexión dirigida al 95% y menos de 5% de reflexión difusa.
- 5 6. Sistema de iluminación diurna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa reflectante utilizada en el presente tubo de transporte de luz proporciona reflectividad con un desplazamiento de color bajo caracterizado por un índice de fidelidad  $R_f$  de 90 o más, y un índice de gamma  $R_g$  de la gama 95 a 105 de acuerdo con IES TM-30-15.
7. Sistema de iluminación diurna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el elemento (800) de fachada transparente comprende una unidad de acristalamiento aislante que contiene al menos 2 láminas de vidrio paralelas y al menos una película de polímero, donde el espesor total del elemento (800) de fachada preferiblemente es del rango de 10 a 1000 mm, especialmente de 15 a 250 mm.
- 10 8. Sistema de iluminación diurna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la sección transversal del tubo (801) de transporte de luz tiene una altura del intervalo de 8 a 50, especialmente de aproximadamente 10 a 35 cm; tiene un ancho del rango de 20 a 300 cm, especialmente alrededor de 30 a 120 cm; y la longitud del canal de transporte de luz (801) es del orden de 500 a 2000 cm, especialmente de aproximadamente 600 a 1200 cm.
- 15 9. Sistema de iluminación diurna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la sección transversal del tubo (801) de transporte de luz es rectangular o circular o triangular o pentagonal o hexagonal, y cuyo extremo posterior preferiblemente está inclinado hacia abajo.
- 20 10. Sistema de iluminación diurna de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el tubo (801) de transporte de luz tiene una sección transversal rectangular, y preferiblemente una altura de aproximadamente 30 cm y una anchura de aproximadamente 90 cm.
- 25 11. Sistema de iluminación diurna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende un tubo de transporte de luz, cuyas paredes interiores están equipadas con una capa reflectante, y una pared inferior que contiene una o más luminarias, esencialmente como se representa en la Figura 1a, 1b, 2 o 4.
- 30 12. Sistema de iluminación diurna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además una fuente de luz artificial, preferiblemente una fuente de luz LED.

13. Edificio o vehículo que comprende

un sistema de iluminación de luz diurna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque

5 la envolvente del edificio con su fachada comprende el tubo (801) de transporte de luz integrado como elemento de fachada, o

la pared exterior del vehículo comprende un elemento de pared translúcido o transparente, al que se acopla el extremo delantero del canal de transporte de luz presente en un posicionamiento horizontal y su extremo posterior se extiende hacia el interior del vehículo

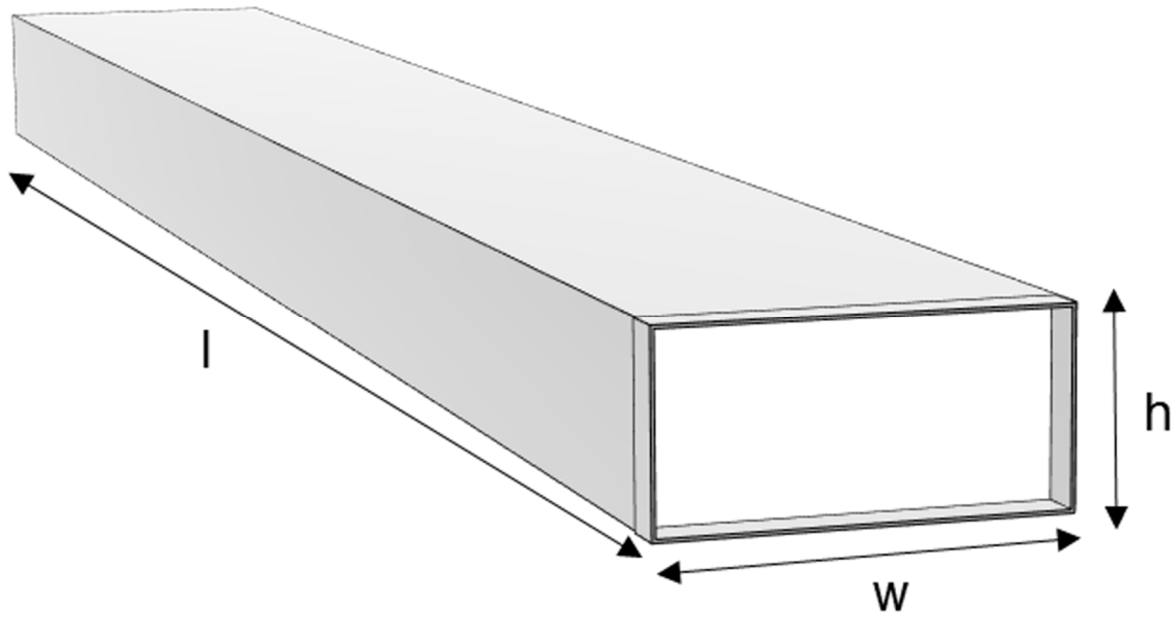


Fig. 1a

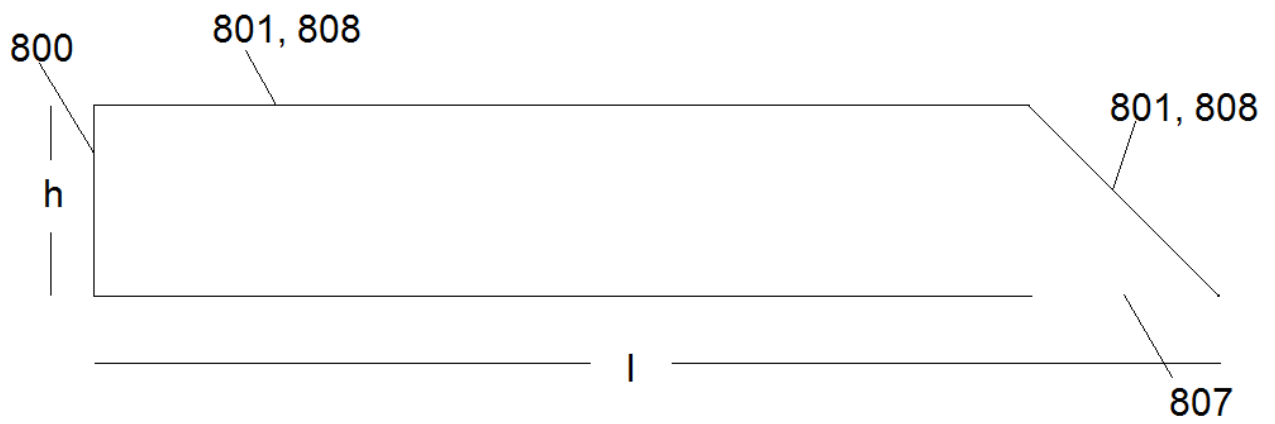


Fig. 1b

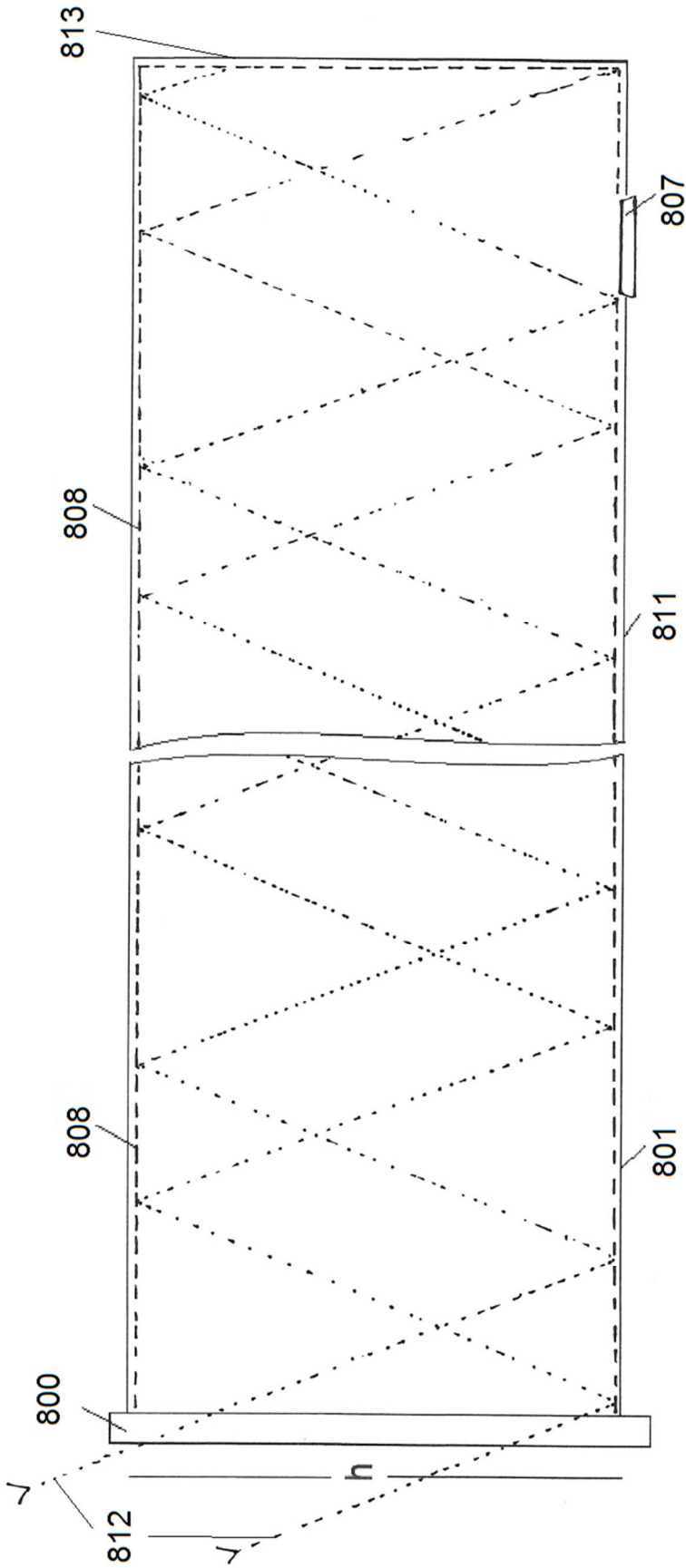


Fig. 2

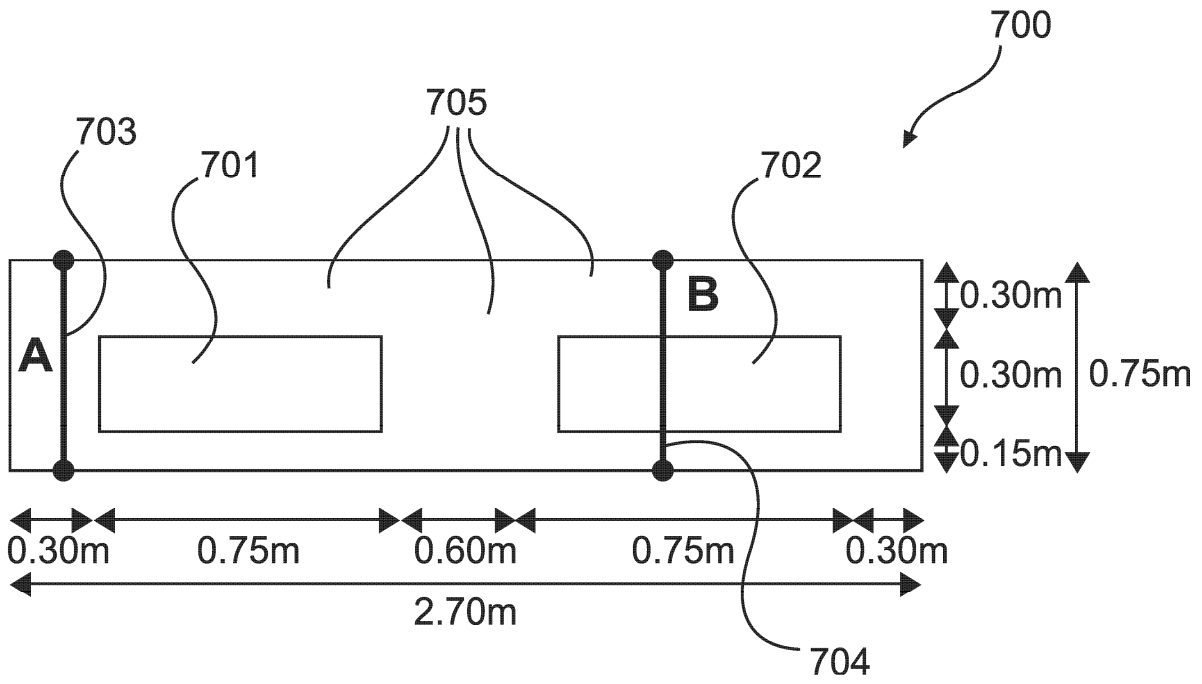


Fig. 3



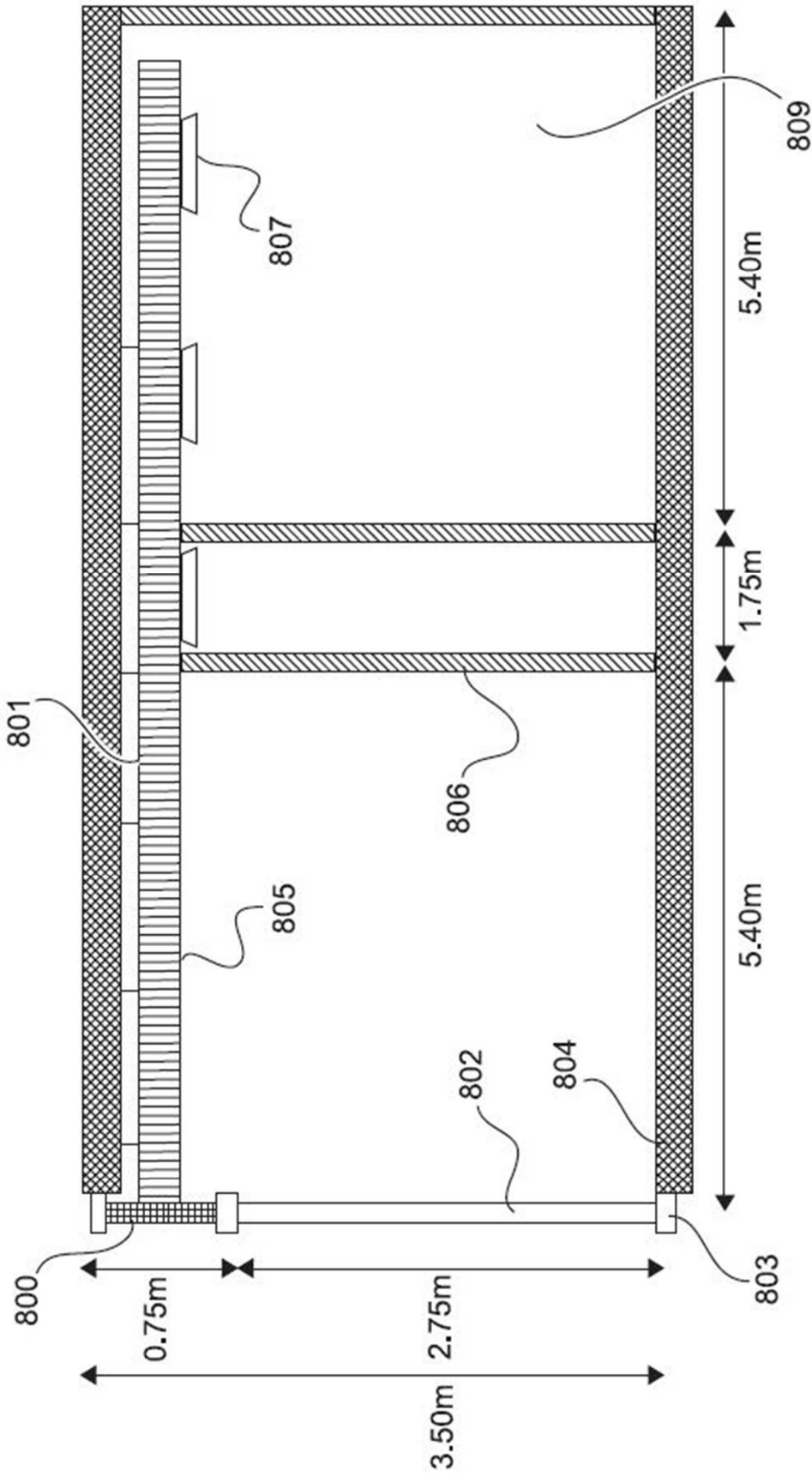


Fig. 4

Fig. 5

