

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 484**

51 Int. Cl.:

F21S 11/00 (2006.01)
C09K 11/00 (2006.01)
E04B 5/00 (2006.01)
E04C 2/00 (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01)
G02F 2/02 (2006.01)
E06B 7/00 (2006.01)
E04C 2/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2008 E 08865428 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2227652**

54 Título: **Dispositivo para edificios que comprende un material de conversión de la luz, por ejemplo del ultravioleta a la luz visible**

30 Prioridad:

20.12.2007 FR 0760077

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

29.04.2016

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18 AVENUE D'ALSACE
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:

**HUIGNARD, ARNAUD y
VERMERSCH, FRANÇOIS-JULIEN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 568 484 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para edificios que comprende un material de conversión de la luz, por ejemplo del ultravioleta a la luz visible

5 La invención se refiere al campo de los dispositivos para edificios que comprenden elementos capaces de redirigir la luz procedente del exterior en una dirección deseada hacia el interior, generalmente el techo. Este tipo de dispositivo se denomina generalmente "*daylighting*" (iluminación natural) cuando es la luz solar visible la que se desea desviar.

Generalmente se considera que este dispositivo contribuye a ahorrar energía debido al uso más eficaz de la luz exterior en interior, lo que permite reducir la iluminación artificial.

10 Se han descrito numerosos sistemas de desviación de la luz. El más común es el que emplea láminas reflectantes, tal como por ejemplo se describe en el documento EP878661. El documento EP964112 muestra el corte con láser de un acristalamiento para generar fisuras horizontales en el acristalamiento, desempeñando dichas fisuras un papel de espejo para las radiaciones luminosas procedentes del exterior. El documento US5009484 muestra un acristalamiento que comprende en la superficie una red de difracción formado por trazos paralelos en relieve. La luz se separa en diferentes componentes y es desviada y reconstituida en el techo.

15 El documento US5709456 muestra un concentrador de luz que atraviesa una pared. Este concentrador contiene varios transformadores de luz de forma que se atenúe el color emergente. La tonalidad de la luz se ajusta sin buscar el aumento de su intensidad. Este sistema comprende luminóforos que transforman el visible. La luz visible emergente de este sistema y que atraviesa la abertura no puede ser más intensa que la luz incidente.

20 El documento DE102005061854 muestra un elemento de fachada que contiene un luminóforo, estando colocado dicho elemento en la proximidad de una ventana. Este elemento no se coloca en una abertura de muro. No contiene además ningún medio de desviación de la luz que lo atraviesa.

El documento US7329983 muestra una matriz sólida que contiene partículas luminóforas dispersadas.

El documento US4989952 muestra un sistema de desviación de la luz colocado en una abertura de muro.

25 Los inventores han encontrado ahora la posibilidad de desviar la luz transformándola para hacerla más intensa en el visible. En efecto, el sistema de desviación de la luz constituye un soporte al que es posible combinar un material capaz de convertir la luz no visible en luz visible. A la luz ya inicialmente en el visible viene a añadirse entonces la luz que no era visible pero que se ha vuelto visible por efecto de un material que la ha convertido. Ya se han descrito materiales que tienen esta facultad de conversión, pero nunca se han utilizado en un sistema de tipo *daylighting*.
30 Generalmente se distinguen los materiales llamados de conversión ascendente ("*up-conversion*") para transformar del IR hacia el visible, y los materiales llamados de conversión descendente ("*down-conversion*") para transformar del UV hacia el visible. Compuestos de tipo de conversión ascendente y conversión descendente se pueden combinar dentro del mismo material.

35 La invención se refiere en primer lugar a un equipo de abertura en un muro, comprendiendo dicho equipo un medio de desviación que desvía la luz que atraviesa dicho equipo y dicha abertura (llegando la luz de un lado de la abertura y atravesándola pasando por el equipo), comprendiendo dicho equipo un material de conversión de la energía luminosa que la hace más intensa en el visible al otro lado de la abertura. Por lo tanto, la luz emergente del equipo es más intensa en el visible que la luz incidente. Según la invención, esta luz emergente es dirigida por el equipo según la invención hacia el techo del interior de un edificio (una habitación de una vivienda, una oficina o un local de cualquier naturaleza). La originalidad de la presente invención reside en la utilización de un material de
40 conversión de la energía luminosa que la intensifica en el visible, en asociación con un medio de desviación de la luz. Así, según la invención, la luz visible emergente del equipo es más intensa que la luz visible incidente hacia el equipo. Se trata aquí de radiaciones luminosas que atraviesan a la vez el equipo y la abertura.

45 El muro generalmente es un límite del edificio (local de cualquier naturaleza: habitación, oficina, nave, etc.) pero puede también situarse en el interior de un edificio. El término "muro" se toma por lo tanto en un sentido amplio e incluye principalmente el término "tabique". El muro generalmente forma un ángulo (generalmente un ángulo recto) en su parte superior con un techo. El equipo según la invención se utiliza ventajosamente para reenviar la luz hacia el techo.

50 La abertura es cualquier abertura que puede dejar pasar la luz y puede ser una ventana, una puerta o una puerta vidriera. El término "abertura" se refiere principalmente a la facultad de la luz de poder pasar a través de ella y no significa necesariamente que objetos o personas físicas puedan pasar a través de ella. Principalmente, la abertura puede ser un acristalamiento sellado en el muro sin ninguna posibilidad de ser abierto por ejemplo con el fin de ventilar.

55 La invención se refiere también a un edificio que comprende una abertura equipada con un equipo según la invención. La invención se refiere también a un procedimiento para desviar la luz atravesando una abertura de un muro, estando provista dicha abertura de un equipo según la invención, siendo desviada la luz generalmente por

dicho equipo hacia el techo del interior de un edificio.

El equipo según la invención comprende generalmente un acristalamiento que comprende al menos una lámina transparente, pudiendo ser dicha lámina principalmente de vidrio o de cerámica o de plástico (a base de polímero). Según diferentes modos de la invención, el acristalamiento puede comprender el material de conversión de la luz (en revestimiento o en toda su masa), o puede comprender el medio de desviación de la luz (en forma de interfaces entre diferentes trozos del acristalamiento, o en forma de una red de difracción en su superficie, o comprendiendo dos láminas de vidrio colocadas a ambos lados de una persiana veneciana de forma que el acristalamiento incluya la persiana veneciana), o puede comprender a la vez el material de conversión de la luz y el medio de desviación de la luz.

5 El material de conversión de la luz se puede colocar en forma de un revestimiento en la superficie de una lámina de vidrio que forma parte de un acristalamiento. La luz que atraviesa el acristalamiento es así más intensa en el visible. Puede ser desviada antes o después de ser convertida, según el medio de desviación utilizado.

El material de conversión puede ser opaco o transparente. Si es opaco, la luz es convertida en reflexión sobre dicho material. Si es transparente, la luz es convertida en transmisión a través de dicho material y/o en reflexión sobre dicho material.

15 El equipo según la invención puede comprender una persiana veneciana como medio de desviación de la luz, comprendiendo dicha persiana veneciana láminas horizontales paralelas, orientables para desviar la luz por reflexión sobre ellas, comprendiendo dichas láminas al menos en su superficie el material de conversión. Las láminas pueden comprender el material de conversión en toda la masa, o simplemente en su superficie en un revestimiento. Esta persiana veneciana se puede colocar en un lado de la abertura, equipada o no con acristalamiento, o en el interior de un acristalamiento aislante entre las dos láminas de vidrio que lo forman. En este caso, la desviación y la conversión de la luz se realizan simultáneamente y por las mismas superficies (las de las láminas).

Si el equipo según la invención comprende un acristalamiento que comprende al menos una lámina de vidrio, el material de conversión se puede colocar en el acristalamiento mismo o en su superficie, siempre que sea suficientemente transparente. El material de conversión, si es suficientemente transparente, puede incluso constituir la integralidad del acristalamiento. A modo de ejemplo, para este caso preciso, el acristalamiento puede ser una lámina de vidrio o de vitrocerámica que comprende el medio de conversión. Dentro del equipo según la invención, el acristalamiento se asocia con un medio de desviación de la luz. Este medio puede ser una persiana veneciana clásica (desprovista de material de conversión) colocada a un lado o al otro del acristalamiento. Aquí también la persiana veneciana se puede colocar en el interior de un acristalamiento aislante entre las dos láminas de vidrio que lo forman, comprendiendo al menos una de las dos láminas de vidrio el material de conversión. Con un acristalamiento simple (una sola lámina de vidrio) o un acristalamiento aislante (dos láminas de vidrio que encierran una cámara de aire), según el lugar de la persiana veneciana en el trayecto de la luz, la luz puede ser desviada antes o después de la conversión. Por lo tanto, se puede colocar la persiana antes o después de una lámina de vidrio que comprende el material de conversión de la luz. Se puede tener a la vez un acristalamiento que comprende el material de conversión de la luz y la persiana veneciana que comprende también el material de conversión de la luz (en la superficie o en toda la masa de las láminas).

Así, según la invención, la luz puede alcanzar el material de conversión de la energía luminosa antes de alcanzar el medio de desviación.

40 El medio de desviación de la luz puede ser una red de difracción, principalmente del tipo del que se muestra en el documento US5009484 o como los referidos en las solicitudes de patente francesas N° 0754877 y 0754878 depositadas ambas el 4 de mayo de 2007, colocado sobre una superficie principal del acristalamiento. En este caso, preferentemente, se coloca en el trayecto de la luz primero el material de conversión, y luego la red destinada a desviar la luz. En efecto, como los parámetros de la red están en estrecha relación con la longitud de onda de la luz desviada, es preferible colocar el máximo de luz en el intervalo adecuado de longitud de onda (campo del visible), antes de proceder a la desviación. En efecto, la luz IR y/o UV convertida será desviada mejor que la luz IR y/o UV no convertida ya que los parámetros de la red se eligen para convertir la luz visible. Dicho acristalamiento comprende por lo tanto generalmente una lámina de vidrio (generalmente mineral) que soporta en una de sus caras principales una capa de material de conversión y en la otra de sus caras principales la red que desvía la luz. El acristalamiento se coloca en la abertura de muro, con el material de conversión colocado del lado de la luz incidente. El acristalamiento puede ser por lo tanto tal que el material de conversión está colocado en la cara exterior de la lámina de vidrio y que la red de difracción está colocada en la cara interior (con respecto a un local) de la misma lámina de vidrio. El acristalamiento también puede ser de tipo aislante y que comprende principalmente dos láminas de vidrio. En este caso, una de las dos láminas puede estar provista de los dos medios (conversión y desviación) tal como se acaba de decir para un acristalamiento simple, o cada lámina de vidrio puede comprender uno de los dos medios entendiéndose que la lámina que comprende el material de conversión se coloca del lado de la luz incidente con respecto al medio de desviación. Así, el acristalamiento puede comprender varias láminas de vidrio paralelas de las que una primera comprende el material de conversión y una segunda comprende la red de difracción, estando colocada la primera antes de la segunda en el trayecto de la luz.

El equipo según la invención presenta generalmente un plano general de constitución (llamado "plano del equipo"), estando destinado dicho plano a estar paralelo o confundirse con el plano del muro que estará equipado con él.

La desviación según la invención generalmente es de tipo reflexión o difracción.

5 En el sentido de la invención, una radiación que forma un ángulo con el plano del equipo inferior a $+90^\circ$ se desvía de forma que el ángulo formado entre dicha radiación incidente (de un lado del equipo) y la radiación emergente correspondiente (del otro lado del equipo) es inferior a $+180^\circ$. Se convendrá evidentemente que los dos ángulos que acaban de darse se cuentan positivamente en el mismo sentido partiendo de la radiación incidente.

10 La desviación en el sentido de la invención no es por lo tanto solamente la consecuencia de un fenómeno del tipo de refracción ya que en una refracción el ángulo formado entre la radiación incidente y la radiación emergente es superior a $+180^\circ$. Evidentemente, según las interfaces atravesadas, puede haber fenómenos de refracción en el camino de la luz que atraviesa el equipo, pero la desviación en el sentido de la invención no puede únicamente basarse en un fenómeno de refracción.

Según el equipo y según el ángulo de incidencia, algunas radiaciones pueden atravesar el equipo sin ser desviadas.

15 La invención se refiere por lo tanto a un equipo de abertura en un muro, comprendiendo dicho equipo un medio de desviación que desvía las radiaciones luminosas que llegan de un lado de la abertura y la atraviesan, comprendiendo dicho equipo un material de conversión de la energía luminosa que la hace más intensa en el visible del otro lado de la abertura, siendo el ángulo formado entre dichas radiaciones incidentes y las radiaciones emergentes correspondientes inferior a $+180^\circ$.

20 Una red de difracción adaptada a la desviación de la luz puede realizarse generalmente mediante las siguientes técnicas: engofrado, fotolitografía, transferencia, intercambio iónico, efecto foto-refractivo o electro-óptico. Un primer procedimiento comprende el engofrado de una capa sol-gel o polímero generado sobre una lámina transparente (substrato), principalmente de vidrio. El engofrado es una deformación plástica o viscoplástica realizada por contacto con un elemento estructurado, consistente en un rodillo por ejemplo, y sobre el que se ejerce simultáneamente una presión. Las capas sol-gel utilizables están formadas por ejemplo de sílice (SiO_2), óxido de titanio (TiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y se depositan a partir de precursores líquidos. Estas capas se endurecen al secarse, con o sin un medio auxiliar de calentamiento (tratamiento UV por ejemplo). Se puede citar como precursor del SiO_2 el tetraetoxisilano (TEOS) o el metiltrietoxisilano (MTEOS). Se pueden incluir funciones orgánicas o partículas minerales en la disolución del depósito y así ser insertadas en el material final. A modo de ejemplo, se han descrito silanos fluorados en el documento EP799873 para obtener un revestimiento hidrófobo. El engofrado también se
30 puede realizar en las capas poliméricas como:

el tereftalato de polietileno (PET),

el poliestireno,

los poliácridatos tales como poli(metacrilato de metilo), poli(acrilato de butilo), poli(ácido metacrílico), poli(metacrilato de 2-hidroxietilo) y sus copolímeros,

35 los poliepoxi(met)acrilatos,

los poliuretano(met)acrilatos,

las poliimidas tales como la polimetilglutarimida,

los polisiloxanos tales como los poliepoxisiloxanos,

los poli(éteres vinílicos), y

40 los polibisbenzociclobutenos, ...

solos o en copolímeros o mezclas de varios de ellos.

El engofrado puede ir seguido en algunos casos de un grabado. La capa sol-gel o polímero engofrado puede ser atacado hasta la reparación del material de la lámina transparente subyacente, en primer lugar en las partes profundas de dichos motivos en relieve y luego progresivamente hasta en sus partes altas. Así la superficie
45 estructurada obtenida al final del grabado puede estar formada enteramente en la capa sol-gel o en el polímero generado, o en parte en ésta o en parte en dicha lámina transparente, o incluso enteramente en esta última. Las condiciones del grabado se deben regular para que esta superficie que resulta de ello presente motivos en relieve de dimensiones que satisfagan la definición del dispositivo de la invención.

Se pueden citar como procedimientos de grabado:

50 un grabado químico, principalmente con un ácido,

un grabado iónico reactivo (*Reactive Ion (Beam) Etching* = RI(B)E),

un grabado por plasma (*Inductively Coupled Plasma* = ICP),

un grabado por haz electrónico (*e-Beam*),

un grabado por nanopantografía (haz de iones colimado).

- 5 Hay que señalar que el procedimiento de engofrado permite el tratamiento rápido de superficies relativamente extensas, con un coste moderado.

Otro procedimiento posible de fabricación de una red que desvía la luz comprende una etapa de fotolitografía. Este procedimiento consiste generalmente en proporcionar en primer lugar el sustrato transparente de una primera capa en la que se podrán formar dichos motivos en relieve. Esta primera capa es comparable a la capa sol-gel o de polímero generado del procedimiento de engofrado. Por otra parte, puede ser de la misma naturaleza que ella, principalmente de sílice. En una segunda etapa del procedimiento, se deposita una segunda capa de una resina fotosensible. Ésta se endurece en localizaciones definidas, por exposición a una radiación dirigida. Así se constituye una máscara, por encima de la primera capa que se va a grabar, después de la eliminación de las partes no endurecidas de la resina fotosensible. Después se graba, de la misma forma que se ha descrito anteriormente con respecto a la etapa facultativa del procedimiento por engofrado. Se pueden eliminar eventuales residuos de la resina fotosensible.

Otro procedimiento de fabricación de una red que desvía la luz comprende la transferencia de una capa nanoestructurada. Una capa adherida sobre un primer soporte se adhiere sobre un segundo, de forma que se constituya un dispositivo según la invención. La capa puede ser de materia plástica o similar.

- 20 Otro procedimiento utilizable de fabricación una de red que desvía la luz se basa en un intercambio iónico, por ejemplo de iones Na^+ por Ag^+ en un vidrio mineral.

Finalmente, se puede utilizar como procedimiento de fabricación de una red que desvía la luz, un efecto foto-refractivo, según el que una luz modulada induce una modulación espacial del índice de refracción del material (ejemplo: cristal foto-refractivo de titanato de bario). Igualmente se puede utilizar un efecto electro-óptico según el que un campo eléctrico induce una modulación espacial del índice de refracción del material.

No se excluye combinar dentro del mismo material la red de difracción de la luz y el medio de conversión de luz. En particular, si se elige realizar el material para constituir la red de difracción por engofrado de una de capa sol-gel o de polímero generado sobre una lámina transparente, se puede introducir previamente el material de conversión dentro de dicho sol-gel o polímero. En el equipo según la invención, el material que constituye la red de difracción de luz puede contener igualmente el material de conversión de la luz.

El material de conversión transforma del infrarrojo hacia el visible o del ultravioleta hacia el visible (lo que incluye y/o, es decir que el material puede eventualmente realizar estos dos tipos de conversión). El material de conversión no transforma la luz visible incidente en el plano cromático. El material de conversión transforma la luz IR o UV sobre el plano cromático, llegando el caso favoreciendo ligeramente un balance cromático deseado (ejemplo: búsqueda del iluminante E, luz generalmente percibida por el ser humano como más caliente).

Se conocen materiales de conversión y el objetivo de la presente solicitud se refiere a su utilización original en *daylighting*. Se recuerdan sin embargo a continuación un cierto número de estos materiales.

En el caso de una conversión del ultravioleta hacia el visible, el material de conversión comprende preferentemente un compuesto luminóforo tal como los descritos en el documento US2006/0289832, es decir por ejemplo:

40 $\text{Ca}_{10}(\text{PCl}_4)_6\text{FCl}:\text{Sb},\text{Mn}$

$(\text{Sr},\text{Mg})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}$

$\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}$

$\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$

$(\text{Sr},\text{Ca},\text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$

45 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}$

$\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu},\text{Mn}$

CaWO_4

$\text{CaWO}_4:\text{Pb}$

	Ba ₂ P ₂ O ₇ :Ti
	(Ba,Ca) ₅ (PO ₄) ₃ Cl:Eu
	Zn ₂ SiO ₄ :Mn
	Y ₃ Al ₅ O ₁₂ :Ce
5	MgAl ₁₁ O ₁₉ :Ce,Tb,Mn
	LaPO ₄ :Ce,Tb
	Y(P,V)O ₄ :Eu
	3,5MgO.0,5MgF ₂ .GeO ₂ :Mn
	(Sr,Mg) ₃ (PO ₄) ₂ :Sn
10	Y ₂ O ₃ :Eu
	CaSiO ₃ :Pb,Mn
	BaSi ₂ O ₅ :Pb
	(Ba,Sr,Mg) ₃ Si ₂ O ₇ :Pb
	SrB ₄ O ₇ :Eu
15	YPO ₄ :Ce
	LaPO ₄ :Ce
	(Mg,Ba)Al ₁₁ O ₁₉ :Ce
	LiAlO ₂ :Fe
	ZnS:Ag,Cl
20	ZnS:Mn
	ZnS:Ag,Al
	ZnS:Cu,Al
	ZnS:Cu,Au,Al
	Y ₂ O ₂ S:Eu
25	ZnS:Ag+(Zn,Cd)S:Cu
	ZnS:(Zn)
	(KF,MgF ₂):Mn
	(Zn,Cd)S:Ag
	(Zn,Cd)S:Cu
30	ZnO:Zn
	(Zn,Cd)S:Cu,Cl
	ZnS:Cu
	ZnS:Cu,Ag
	MgF ₂ :Mn
35	(Zn,Mg)F ₂ :Mn
	Zn ₂ SiO ₄ :Mn,As
	Gd ₂ O ₂ S:Tb

- Y₂O₂S:Tb
Y₃(Al,Ga)₅O₁₂:Ce
Y₂SiO₅:Ce
Y₃Al₅O₁₂:Tb
5 Y₃(Al,Ga)₅O₁₂:Tb
InBO₃:Tb
InBO₃:Eu
ZnS:Ag
Y₂SiO₅:Tb
10 (Zn,Cd)S :Cu,Cl+(Zn,Cd)S:Ag,Cl
InBO₃:Tb+InBO₃:Eu
ZnS:Ag+ZnS:Cu(o ZnS:Cu,Au)+Y₂O₂S:Eu
InBO₃:Tb+InBO₃:Eu+ZnS :Ag
Gd₂O₂S:Eu
15 (Y,Sr)TaO₄
(Y,Sr)TaO₄:Gd
(Y,Sr)TaO₄:Nb
BaFCl:Eu
BaFBr:Eu
20 BaMgAl₁₀O₁₇:Eu
YBO₃:Tb
BaAl₁₂O₁₉:Mn
(Y,Gd)BO₃:Eu
YBO₃:Eu
25 Sr₄Al₁₄O₂₅:Eu,Dy
SrAl₂O₄:Eu,Dy
CaAl₂O₄:Eu,Nd, y
Y₂O₂S:Eu,Mg,Ti

30 Estas partículas luminóforas o estas mezclas de partículas luminóforas se caracterizan por la emisión de radiaciones de longitudes de onda en el campo del visible, correspondiente generalmente a diferentes colores. Los tres últimos citados de la lista anterior destacan por la intensidad, la persistencia y la duración de su actividad, después de que cualquier fuente de excitación haya sido alejada, principalmente en la noche.

35 En el caso de una conversión del infrarrojo hacia el visible (conversión ascendente), el medio de conversión de luz comprende preferentemente al menos un compuesto convertidor de longitud de onda, en particular un ión de una tierra rara o de un metal de transición insertado en una matriz mineral. Las matrices minerales presentan en efecto durabilidades mayores que las matrices orgánicas. Se prefieren los iones de tierras raras (lantánidos) ya que presentan rendimientos de conversión elevados.

40 Los iones de una tierra rara o de un metal de transición se eligen preferentemente entre los iones Yb³⁺, Tb³⁺, Tm³⁺, Eu³⁺, Eu²⁺, Er³⁺, Pr³⁺, Nd³⁺, Dy³⁺, Ho³⁺, Ti²⁺, Ni²⁺, Mo³⁺, Os⁴⁺, Re⁴⁺, Mn²⁺, Cr³⁺. Las parejas formadas por el ión Yb³⁺ (que absorbe en longitudes de onda próximas a 980 nm) con Tb³⁺ o Tm³⁺ o Er³⁺ permiten por ejemplo obtener altos rendimientos de luminiscencia. La pareja de iones Pr³⁺/Nd³⁺ también es interesante. En el caso en el que se utilice

un ión de una sola naturaleza, se prefieren los iones Pr^{3+} o Er^{3+} .

La matriz mineral puede ser amorfa (por ejemplo puede tratarse de un vidrio), o cristalizada. La ventaja de elegir una matriz amorfa es que puede contener grandes cantidades de iones. Sin embargo, se prefieren las matrices cristalizadas ya que el entorno de los iones (y por lo tanto su espectro de emisión/absorción) está perfectamente controlado. Además, las matrices amorfas contienen generalmente más defectos estructurales, lo que puede llevar a la creación de niveles energéticos intermedios y facilitar así las desexcitaciones por transferencia no radiativa (por ejemplo por emisión de fonones) o por transferencias radiativas, pero de pequeña energía.

En el caso en el que la matriz esté cristalizada, el ión activo debe poder insertarse en la red cristalina en el lugar de un ión de la matriz. Debido a ello, se prefieren las matrices que contienen átomos de itrio (Y), de lantano (La), de gadolinio (Gd) o de lutecio (Lu), ya que se ha observado que los iones de tierras raras podían fácilmente sustituir a estos iones dentro de la red cristalina.

La frecuencia de fonones de la matriz cristalina es de preferentemente al menos cuatro veces inferior a la frecuencia de emisión de forma que se eviten las desexcitaciones por transferencias no radiativas. Debido a ello, las matrices cristalinicas preferidas se eligen entre los halogenuros (preferentemente los fluoruros, pero también los bromuros o los cloruros) o los óxidos.

La matriz mineral se elige por ejemplo entre NaYF_4 , Y_2O_3 , Y_2SiO_5 , LaPO_4 , TeO_2 , o $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (YAG). La cantidad de iones dopantes está comprendida generalmente entre 0,01 y 50% (en moles con respecto a los iones a los que sustituyen), más particularmente entre 5 y 50% cuando se trata de Yb^{3+} y entre 0,01 y 10% para los otros iones dopantes anteriormente citados.

Los siguientes compuestos convertidores del infrarrojo hacia el visible han resultado particularmente eficaces: TeO_2 dopado con $\text{Pr}^{3+}/\text{Nd}^{3+}$, Y_2SiO_5 dopado con Pr^{3+} , $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ con dopado Er^{3+} , CaF_2 dopado con $\text{Yb}^{3+}/\text{Tb}^{3+}$, Y_2O_3 dopado con $\text{Yb}^{3+}/\text{Tb}^{3+}$ y NaYF_4 dopado con $\text{Yb}^{3+}/\text{Tb}^{3+}$. Por "dopado", se entiende que la matriz comprende los iones citados, sin que necesariamente se anticipe la cantidad de iones presentes, que puede ser relativamente alta, tal como se ha indicado anteriormente.

El compuesto convertidor de longitudes de onda (del infrarrojo hacia el visible o del ultravioleta hacia el visible) puede estar comprendido en un sustrato. Este último puede ser así una vitrocerámica que comprende cristales y un ligante amorfo, constituyendo al menos una parte de dichos cristales compuestos convertidores de longitudes de onda. A modo de ejemplo, vitrocerámicas a base de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaF}_2$ en las que se forman los cristales de CaF_2 , insertando dichos cristales en su estructura cristalina los iones Yb^{3+} y Tb^{3+} , son capaces así de absorber una radiación cuya longitud de onda sea de 980 nm para reemitir una radiación visible.

El compuesto convertidor de longitudes de onda (del infrarrojo hacia el visible o del ultravioleta hacia el visible) puede estar comprendido en un sustrato de tipo vidrio. Este vidrio puede ser cualquier tipo de vidrio y comprende además un compuesto solubilizado del tipo Yb^{3+} y Er^{3+} (para la conversión ascendente), Ce^{3+} (para la conversión descendente).

El compuesto convertidor de longitudes de onda puede estar comprendido en un revestimiento. Este revestimiento se denomina en adelante en el texto "revestimiento convertidor de luz o de longitud de onda". El compuesto convertidor de longitudes de onda puede estar comprendido en el revestimiento en forma de partículas dispersadas en un ligante mineral u orgánico. Estas partículas son preferentemente de tamaño inferior a 500 nm, principalmente a 300 nm e incluso a 200 nm ó 100 nm, de forma que no se generen difusiones parásitas susceptibles de afectar a la transparencia del material, si ésta es grande. La difusión también se puede evitar eligiendo un ligante cuyo índice de refracción sea igual al de las partículas. La cantidad de partículas del compuesto convertidor de energía dentro del ligante es al menos igual a 1% (en masa) y preferentemente superior a 5%. El espesor del revestimiento es preferentemente al menos igual a 100 nm, preferentemente superior o igual a 500 nm e incluso superior o igual a 1 μm . Puede ser inferior o igual a 10 μm , incluso inferior o igual a 5 μm .

El ligante orgánico puede ser por ejemplo del tipo acrílico, epoxi, celulósico o incluso de silicona.

El ligante mineral puede ser por ejemplo un ligante en un material elegido entre la sílice (SiO_2), la alúmina (Al_2O_3), la zirconita (ZrO_2) o una de sus mezclas. Este ligante se puede obtener principalmente mediante un procedimiento de descomposición de precursores organometálicos o halogenuros, por ejemplo procedimiento de tipo sol-gel, o depósito químico en fase vapor asistido por plasma y a presión atmosférica (APPECVD). El ligante también puede ser un esmalte o un vidriado, obtenido por fusión de vidrio sinterizado depositado por ejemplo por serigrafía.

El revestimiento convertidor de longitudes de onda puede también estar formado por un compuesto convertidor de longitudes de onda. Contrariamente al modo de realización anteriormente descrito, en el que las partículas activas estaban dispersas en un ligante, el compuesto convertidor de longitudes de onda forma en sí mismo el revestimiento.

Hay diversas técnicas posibles para depositar este revestimiento: técnicas de depósito químico en fase vapor (CVD), en particular asistidas por plasma y a presión atmosférica, técnicas de tipo sol-gel, o técnicas de depósito físico en

fase vapor, por ejemplo por pulverización catódica, principalmente asistida por campo magnético (procedimiento magnetrón), o por evaporación. El revestimiento, cuando el compuesto convertidor de longitudes de onda comprende una matriz mineral amorfa, puede ser también un esmalte o un vidriado obtenido por fusión de vidrio sinterizado depositado por ejemplo por serigrafía.

5 Si el equipo según la invención comprende un acristalamiento que comprende una lámina transparente, principalmente de vidrio o vitrocerámica, se puede realizar la desviación de la luz mediante interfaces en dicha lámina. Se pueden por ejemplo realizar fisuras o cortes horizontalmente en la lámina, tal como se describe en el documento EP964112. Se puede considerar que la lámina comprende entonces diferentes trozos de vidrio o de vitrocerámica apilados los unos sobre los otros. El medio de desviación está entonces constituido por interfaces
10 paralelas (horizontales una vez montado en la abertura) separando diferentes trozos de la lámina transparente. Las interfaces desempeñan un papel de espejo y desvían la luz por reflexión.

Si el equipo según la invención comprende un acristalamiento que comprende una lámina, principalmente de vidrio o de vitrocerámica, se puede dotar el acristalamiento de una capa de acción fotocatalítica del lado en el que emerge la luz de dicho acristalamiento. Las capas de acción fotocatalítica se conocen por sus propiedades anti-bacterianas y anti-incrustantes. Generalmente están basadas en la acción fotocatalítica del óxido de titanio. Son bien conocidas por el experto en la técnica y no se tratará aquí su procedimiento de preparación. El acristalamiento según la invención comprende ya un material de conversión de la energía luminosa intensificándola en el visible. Es posible elegir este material de forma que intensifique también el ultravioleta, o de añadirle otro compuesto de conversión de la energía luminosa intensificándola también en el ultravioleta. Así, el material convertidor de luz puede comprender
20 por ejemplo dos compuestos diferentes, uno intensificando la intensidad en el visible, y el otro intensificando la intensidad en el UV. El material convertidor que tiene estas dos funciones puede incluirse en un solo revestimiento, por ejemplo por mezcla de partículas. La capa de acción fotocatalítica se sitúa del lado del acristalamiento por el que emerge la luz. Esta capa está en contacto con el aire ambiente. Por lo tanto, es la última capa atravesada por la luz. Generalmente, esta capa está del lado del interior del edificio equipado con el equipo según la invención.

25 También se puede añadir del lado de la luz incidente una capa anti-reflectante.

Estas capas anti-reflectantes o fotocatalíticas no se consideran en sí mismas como medios de desviación de la luz en el sentido de la invención.

En las figuras comentadas a continuación, se ha representado el trayecto de las radiaciones luminosas a través de diferentes materiales pero, por simplificación, no se ha ilustrado de forma voluntaria el efecto de refracción que
30 pueden sufrir estas radiaciones cuando pasan de un medio a otro. En estas figuras, los diferentes elementos del equipo no están a escala los unos con relación a los otros. En todas las figuras, el "plano del equipo" es vertical y perpendicular a las figuras.

La figura 1 representa un modo de realización de la invención según el que la luz es desviada y convertida por láminas 3 (que forman el equipo según la invención). Estas láminas 3 están dispuestas de forma sensiblemente horizontal, las unas debajo de las otras en una abertura 1 de un muro 2. Cada lámina está formada por un soporte 4 y un revestimiento convertidor de luz en la cara superior del soporte 4. Aquí, la luz incidente 6 es desviada y convertida por las mismas superficies. La luz emergente 7, que atraviesa la abertura 1, es más intensa en el visible que en ausencia de revestimiento 5. El revestimiento 5 puede ser opaco o transparente. Si es transparente, la interfaz entre el soporte 4 y el revestimiento 5 puede ser de tipo espejo de forma que refleje mejor la luz. Las láminas
40 generalmente son orientables, mediante un sistema no representado. La abertura podría estar equipada con un acristalamiento simple o aislante, estando el conjunto de láminas dispuesto a un lado u otro del acristalamiento (generalmente del lado de la luz emergente). El conjunto de láminas podría también estar insertado en un acristalamiento aislante entre las dos láminas de vidrio de dicho acristalamiento aislante. El "plano del equipo" es vertical y perpendicular a la figura y se confunde con el muro 2.

45 La figura 2 representa un acristalamiento que comprende un sustrato 7 de vidrio mineral provisto del lado de la luz incidente 10 de un revestimiento 8 convertidor de luz y del lado de la luz emergente 11 de un revestimiento 9 que comprende una red que desvía la luz.

La figura 3 representa un acristalamiento 12 de vidrio mineral compuesto por un ensamblaje de trozos separados por interfaces 13 horizontales. Se puede tratar de trozos de vidrio previamente cortados y apilados los unos encima de
50 los otros, o de una interfaz creada mediante radiación láser tal como se describe en el documento EP964112. Las interfaces 13 desempeñan un papel de espejo para reflejar la luz hacia arriba. El acristalamiento comprende sobre la cara de incidencia de la luz un revestimiento transparente 14 de conversión de la luz. La luz incidente 15 es convertida en primer lugar por el revestimiento 14 y luego reflejada por las interfaces 13, y la luz emergente 16 toma la dirección del techo.

55 La figura 4 representa un acristalamiento de vitrocerámica que contiene el material de conversión de la luz. El acristalamiento está compuesto por un ensamblaje de trozos separados por interfaces 18 horizontales. Se puede tratar de trozos de vitrocerámica previamente cortados y apilados los unos encima de los otros, o de una interfaz creada mediante radiación láser tal como se describe en el documento EP964112. Las interfaces 18 desempeñan un

papel de espejo para reflejar la luz hacia arriba. La luz incidente 19 es convertida en el transcurso del recorrido de la vitrocerámica y reflejada por las interfaces 18, y la luz emergente 20 toma la dirección del techo.

La figura 5 representa un acristalamiento 30 de vidrio mineral compuesto por un ensamblaje de trozos separados por interfaces 31 horizontales. Se puede tratar de trozos de vidrio previamente cortados y apilados los unos encima de los otros, o de una interfaz creada mediante radiación láser como se describe en el documento EP964112. Las interfaces 31 desempeñan un papel de espejo para reflejar la luz hacia arriba. El acristalamiento comprende sobre la cara emergente de la luz un revestimiento transparente 32 de conversión de la luz, él mismo revestido con un revestimiento fotocatalítico 33. La luz incidente 34 es reflejada en primer lugar por las interfaces 34 y luego convertida por el revestimiento 32 y luego, la luz emergente 35 toma la dirección del techo. Aquí el revestimiento 32 contiene al menos un compuesto del tipo conversión ascendente que transforma el infrarrojo en visible y otro compuesto del tipo de conversión ascendente que aumenta la parte del UV de forma que se active la función fotocatalítica del revestimiento 33.

La figura 6 representa más particularmente lo que se entiende por desviación en el sentido de la invención. Un equipo 40 según la invención se incorpora en una abertura de un muro 41. Una radiación incidente 42 forma un ángulo con el equipo inferior a $+90^\circ$. La radiación emergente 43 forma con la radiación incidente un ángulo alfa inferior a $+180^\circ$.

La figura 7 representa lo que no se produce en el marco de la invención, es decir exclusivamente un fenómeno de refracción. Una radiación incidente 45 forma un ángulo inferior a $+90^\circ$ con una interfaz 46 y vuelve a salir con una radiación emergente 47. El ángulo entre la radiación incidente 45 y la radiación emergente 47 es superior a $+180^\circ$.

20 **Ejemplo 1: Película no transparente y que convierte la energía ultravioleta en energía visible.**

Este ejemplo describe la preparación de capas luminiscentes difusoras. A 176 g de agua desionizada se le añaden 12,8 g de partículas de alúmina de diámetro medio 500 nm y 0,24 g de ácido poliacrílico (disolución al 50% en peso en el agua). A continuación se añade sosa hasta alcanzar un pH de 10. Se añaden después 5 g de partículas $\text{LaPO}_4:\text{Ce},\text{Tb}$ de diámetro medio de 2 μm comercializadas por la sociedad Nichia. La mezcla se homogeniza a continuación en una turbina durante 5 minutos. Se añaden entonces 11 g de silicato de litio (disolución al 30% en peso en agua). Después de 5 minutos de homogenización en una turbina, la mezcla se deposita sobre las láminas de un acristalamiento *daylighting* tal como se ha descrito en la figura 1. Se seca térmicamente bajo lámpara de IR (temperatura del revestimiento de aproximadamente 80°C). El revestimiento obtenido presenta una T_L de 60% y un desenfoque próximo al 100%. La parte ultravioleta del espectro solar es absorbida entonces y convertida en radiación visible, estando dirigida esta última hacia el interior del edificio

25 **Ejemplo 2: Película transparente y que convierte la energía ultravioleta en energía visible.**

Se han elaborado películas luminiscentes transparentes de la siguiente forma. A 4 ml de disolución coloidal de nanopartículas (diámetro de las partículas centrado en 30 nm) de $\text{YVO}_4:\text{Eu}$ concentrada se le añaden de 0,2 a 1 ml de silicato de litio (30% másico en agua, pH 12). El sol obtenido se filtra (prefiltro de fibras de vidrio y filtro de 0,45 μm) y luego se deposita por recubrimiento (*flow-coating*) sobre un acristalamiento tal como el descrito en la figura 2. Las películas delgadas obtenidas son recocidas finalmente a 450°C durante 12 horas. El papel de este tratamiento térmico es el de consolidar mecánicamente la película y aumentar la luminiscencia (eliminación de grupos hidroxilos que inhiben la luminiscencia de los iones europio). Las películas delgadas después de recocido son perfectamente transparentes y de espesor comprendido entre 0,2 y 0,7 μm . La parte ultravioleta del espectro solar se absorbe entonces y se convierte en radiación visible, estando redirigida esta última hacia el interior del edificio.

40 **Ejemplo 3: Esmalte que convierte la energía infrarroja en energía visible.**

En este ejemplo, el compuesto convertidor de longitudes de onda está comprendido en un revestimiento de tipo esmalte. Partículas micrométricas de óxido de itrio (Y_2O_3) dopado con 18% (en moles) de iterbio Yb^{3+} y 2% de terbio Tb^{3+} se dispersan en un sinterizado de vidrio de bajo punto de fusión (600°C) a base de sílice y de óxido de bismuto. La pasta obtenida se deposita sobre un sustrato mediante serigrafía sobre un acristalamiento tal como el descrito en la figura 3, y luego se recuece durante 6 minutos a una temperatura de 680°C .

La parte infrarroja del espectro solar es absorbida entonces y convertida en radiación visible, estando dirigida esta última hacia el interior del edificio

50 **Ejemplo 4: Película transparente y que convierte la energía infrarroja en energía visible.**

Este ejemplo ilustra un modo de realización según el que el compuesto convertidor de longitudes de onda está comprendido en un revestimiento estando disperso en un ligante de sílice sol-gel. A 4 ml de una disolución coloidal de nanopartículas de NaYF_4 : 20% en moles de Yb^{3+} , 2% en moles de Er^{3+} se le añade 1 ml de un sol de sílice sol-gel. El diámetro de las nanopartículas es de $30 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$, siendo la concentración másica de la disolución coloidal en nanopartículas de 10%. El sol de sílice sol-gel se obtiene así por hidrólisis (duración = 4 horas) de una mezcla de tetraetilortosilicatotetraetoxisilano (TEOS), de etanol absoluto y de una disolución acuosa de pH = 2,5 acidificada con ácido clorhídrico, siendo las relaciones molares respectivas de los diferentes constituyentes de la mezcla de 1:4:4.

5 La disolución que contiene las nanopartículas de NaYF_4 : 20% Yb, 2 mol% Er^{3+} y sílice sol-gel se deposita a continuación por recubrimiento (*flow-coating*) en las láminas de un acristalamiento tal como el descrito en la figura 1. La película de revestimiento obtenida se seca a continuación a 100°C durante 1 hora, luego se recuece a 450°C durante 3 horas. El espesor de la película obtenida es de 450 nm, siendo su transmisión luminosa superior a 80% en el conjunto del espectro visible. La parte infrarroja del espectro solar es absorbida entonces y convertida en radiación visible, estando dirigida esta última hacia el interior del edificio

REIVINDICACIONES

- 5 1. Equipo de abertura (1) de muro (2), comprendiendo dicho equipo un plano general de constitución destinado a ser paralelo o a confundirse con el plano del muro, comprendiendo un medio de desviación (3) que desvía la luz que atraviesa dicho equipo y dicha abertura en dirección de un techo situado del lado de la luz emergente, siendo dicha luz denominada incidente (6) antes de atravesar el equipo y la abertura y siendo dicha luz denominada emergente (7) después de atravesar el equipo y la abertura, caracterizado porque comprende un material (5) de conversión de la energía luminosa que convierte la luz no-visible en luz visible y porque en la luz emergente, a la luz inicialmente ya en el visible y que atraviesa el equipo y la abertura viene a añadirse la luz que no era visible pero que ahora se ha vuelto visible bajo el efecto del material de conversión.
- 10 2. Equipo según la reivindicación precedente, caracterizado porque el medio de desviación desvía la luz por reflexión o difracción.
3. Equipo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende un acristalamiento que comprende al menos una lámina transparente (7).
4. Equipo según la reivindicación precedente, caracterizado porque la lámina es de vidrio.
- 15 5. Equipo según la reivindicación precedente, caracterizado porque la lámina de vidrio está revestida del material (8) de conversión de la energía luminosa.
6. Equipo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la luz alcanza el material (8) de conversión de la energía luminosa antes de alcanzar el medio (9) de desviación.
- 20 7. Equipo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el medio de desviación es un conjunto de láminas (3) horizontales paralelas.
8. Equipo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el medio de desviación es un conjunto de láminas (3) horizontales paralelas y porque dichas láminas comprenden el material de conversión de la energía luminosa en forma de un revestimiento (5) en la superficie de las láminas.
- 25 9. Equipo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el medio de desviación es una red de difracción.
10. Equipo según la reivindicación precedente, caracterizado porque el material de conversión está colocado sobre la cara exterior de una lámina de vidrio y porque la red de difracción está colocada sobre la cara interior de la misma lámina de vidrio.
- 30 11. Equipo según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende varias láminas de vidrio paralelas de las que una primera comprende el material de conversión y de las que una segunda comprende la red de difracción, estando colocada la primera antes de la segunda en el trayecto de la luz.
12. Equipo según la reivindicación 9 caracterizado porque el material que constituye la red de difracción de la luz contiene también el material de conversión de la luz.
- 35 13. Equipo según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque el medio de desviación está formado por interfaces paralelas que separan diferentes trozos de la lámina transparente.
14. Equipo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque comprende un acristalamiento que comprende al menos una lámina de vitrocerámica que comprende el material de conversión.
15. Equipo según la reivindicación precedente, caracterizado porque el medio de desviación está formado por interfaces (13) paralelas que separan diferentes trozos de la lámina de vitrocerámica.
- 40 16. Equipo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el material de conversión transforma del infrarrojo hacia el visible.
17. Equipo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el material de conversión transforma del ultravioleta hacia el visible.
- 45 18. Equipo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende un acristalamiento que comprende al menos una lámina de vidrio revestida de una capa de acción fotocatalítica (33) en contacto con el aire ambiental.
19. Equipo según la reivindicación precedente, caracterizado porque comprende un material de conversión de la energía luminosa que la intensifica en el ultravioleta.
20. Edificio que comprende una abertura equipada con un equipo según una de las reivindicaciones precedentes.

21. Procedimiento para desviar la luz que atraviesa una abertura de un muro, caracterizado porque la abertura está provista de un equipo según una de las reivindicaciones de equipo precedentes.

22. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque la luz es desviada por dicho equipo hacia el techo del interior del edificio.

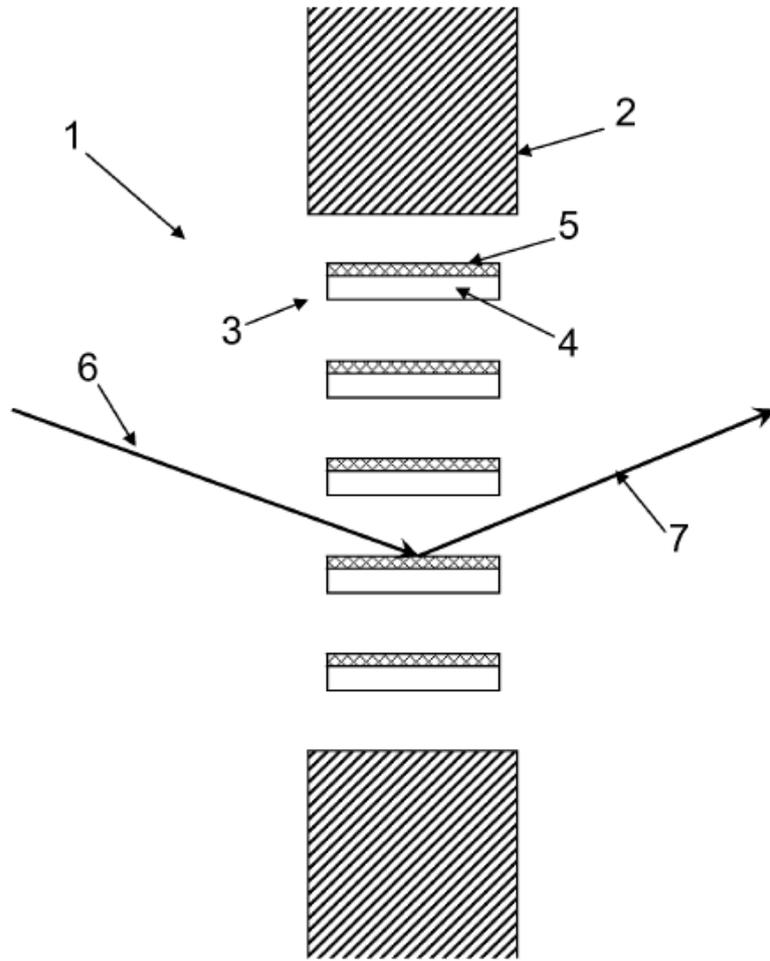


Fig 1

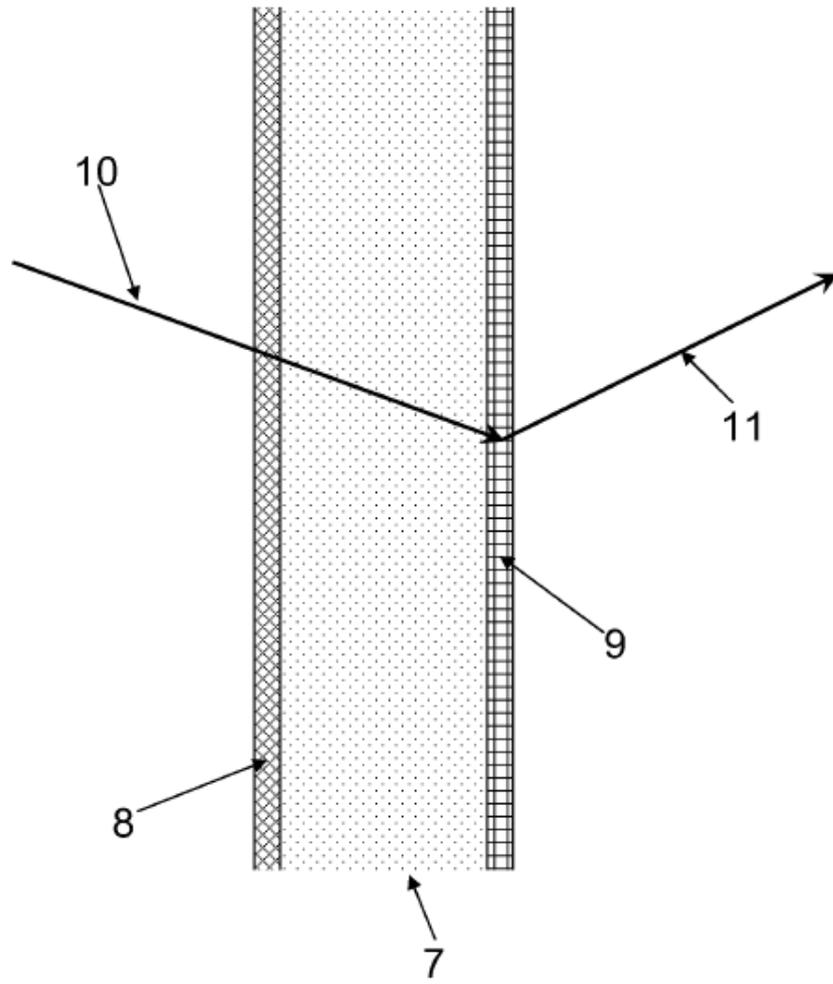


Fig 2

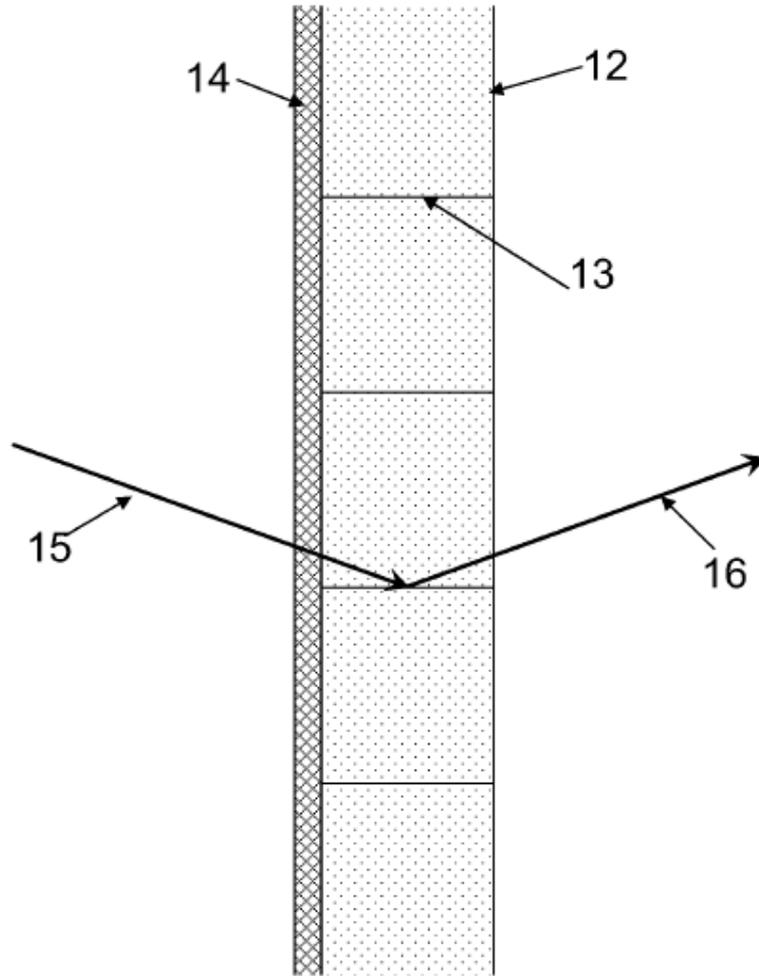


Fig 3

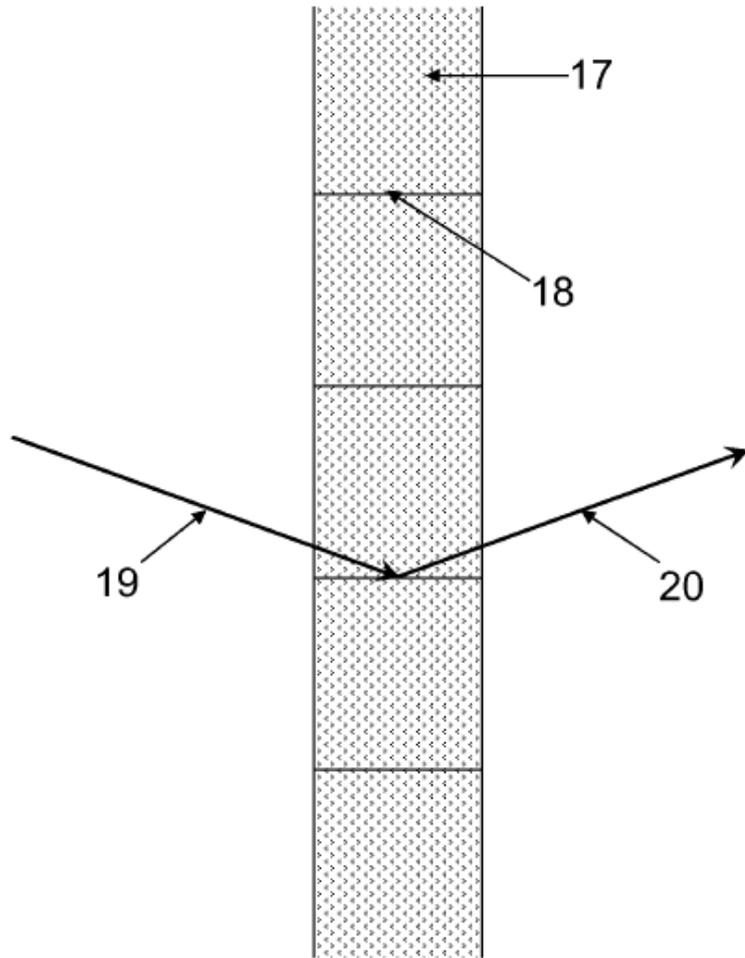


Fig 4

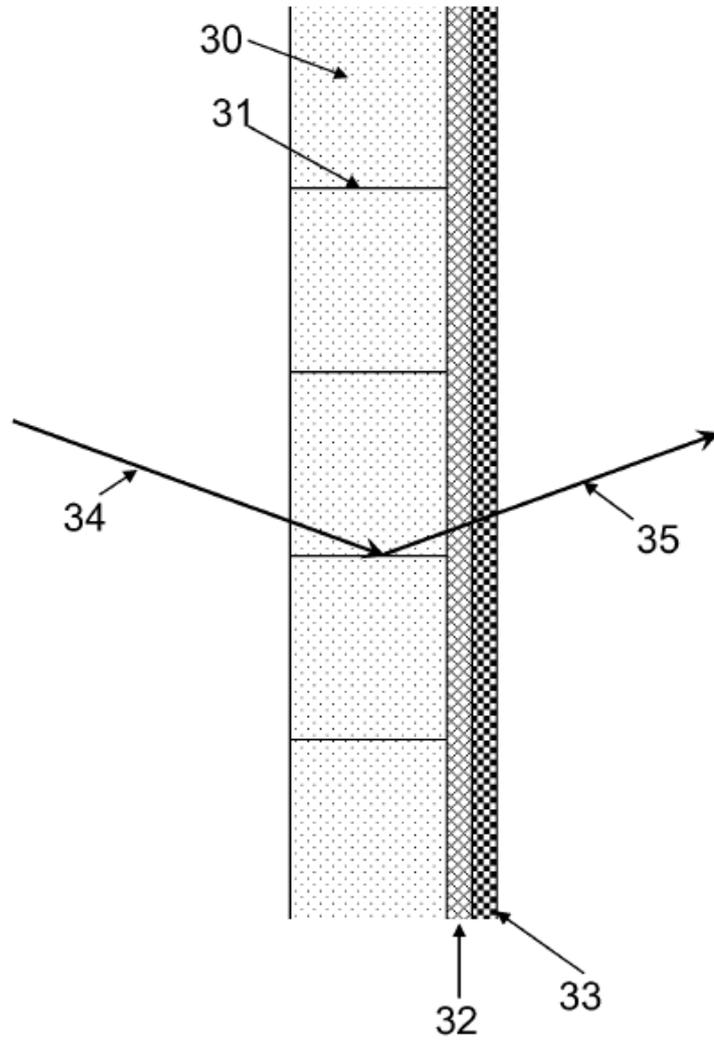


Fig 5

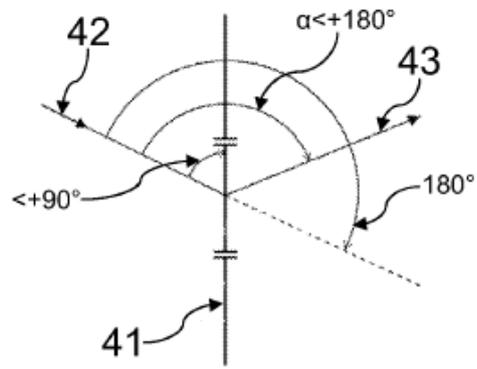


Fig 6

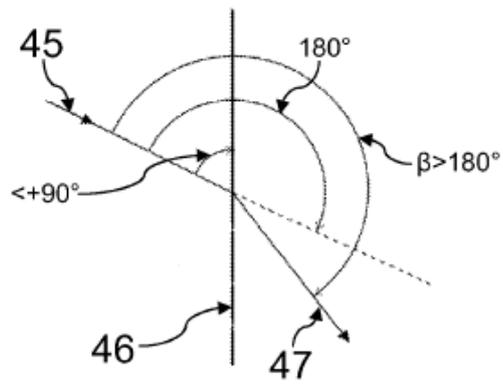


Fig 7