

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 785**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0236 (2006.01)

H01L 31/048 (2014.01)

H02S 20/22 (2014.01)

H02S 40/20 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2021 PCT/FR2021/050496**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.09.2021 WO21191557**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2021 E 21717155 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2024 EP 4128365**

54 Título: **BIPV que comprende un elemento transparente o translúcido con reflexión difusa**

30 Prioridad:

24.03.2020 FR 2002860

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

12.11.2024

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
Tour Saint-Gobain12 Place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**OZANAM, CÉCILE;
GAYOUT, PATRICK y
MILICEVIC, MARIJANA**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 986 785 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

BIPV que comprende un elemento transparente o translúcido con reflexión difusa

5 La presente invención se refiere a una instalación fotovoltaica que es adecuada para integrarse a un edificio, para montarse en una fachada y/o en un techo.

10 Lograr que los edificios sean autosuficientes desde el punto de vista energético y reducir su huella ecológica es uno de los principales desafíos para desarrollar ciudades y la construcción moderna. Los paneles fotovoltaicos (paneles fotovoltaicos) son una fuente importante de energía renovable. Sin embargo, su uso en edificios frecuentemente se limita debido a las dificultades encontradas para integrar tales paneles fotovoltaicos en los edificios, desde un punto de vista estético y estructural. Por lo tanto, la apariencia de las células fotovoltaicas convencionales, proporcionada por el color azul oscuro del silicio y los contactos eléctricos plateados en la superficie, no se considera atractiva para las fachadas y techos de ciudades. En este sentido, la energía fotovoltaica integrada en edificios (BIPV, en inglés) comprende el uso de soluciones estructurales, estéticas y arquitectónicas para garantizar una integración armoniosa de las células fotovoltaicas en diferentes tipos de edificios.

15 Una vía que se ha explorado para modificar radicalmente la apariencia de un panel fotovoltaico sin cambiar el medio de silicio activo consiste en modificar el elemento de cubierta del mismo, es decir, el sistema óptico, frecuentemente hecho de vidrio y denominado vidrio de cobertura, que está dispuesto por encima de la célula fotovoltaica de modo que cubre esta última, vista desde el exterior del edificio.

20 Según una primera técnica, se imprime un diseño o imagen en el cristal externo del elemento de cubierta, usando una tinta cerámica o un esmalte. Las ventajas de esta técnica son los bajos costes de diseño y producción. Por el contrario, la principal desventaja de esta técnica es la importante pérdida de luz en la transmisión. De hecho, el espesor típico de la capa o diseño impreso está entre 15 µm y 50 µm, lo que hace que la absorción de tinta sea alta, del orden del 24 al 34 %, tal como es el reflejo de la luz, del orden del 27 al 49 %. Como resultado, los niveles de transmisión de luz son relativamente bajos. Para aliviar este problema al menos parcialmente, la impresión se lleva a cabo generalmente según un patrón de puntos o líneas, para mantener una porción de la superficie completamente transparente. A pesar de estos esfuerzos, la transmisión de luz frecuentemente sigue siendo insuficiente. Además, el efecto estético del elemento de cubierta se degrada, frecuentemente en un grado inaceptable, cuando se reduce su espesor. Finalmente, tal práctica tiene la desventaja de provocar una temperatura no uniforme del panel solar, o incluso puntos de sobrecalentamiento que pueden degradar la funcionalidad fotovoltaica.

25 Según una segunda técnica, el elemento de cubierta incorpora una pila de capas delgadas, es decir, una pila de capas con un espesor de menos de 1 micrómetro. Debido a su delgadez, estas capas absorben menos luz que la tinta o el esmalte. Más específicamente, estas capas delgadas pueden consistir en capas dieléctricas cuyo espesor es comparable a la longitud de onda de la luz, de modo que los efectos de interferencia hacen que el color percibido se vea fuertemente afectado. La elección de los materiales depositados y su espesor determina el color de reflejo, que, por lo tanto, puede seleccionarse. La técnica produce colores uniformes y saturados con bajas pérdidas de transmisión. Típicamente, las capas delgadas reducen la transmisión en un 15 % y la eficiencia entre 5 y 10 %. Sin embargo, el costo de desarrollar y producir este tipo de producto sigue siendo relativamente alto. Otra desventaja es que los efectos de interferencia generalmente tienen una dependencia angular muy fuerte. Por lo tanto, el color y el brillo pueden variar según el ángulo de visión, lo que es un inconveniente importante en el contexto del montaje vertical en fachadas.

30 Según una tercera técnica, las nanopartículas se dispersan sobre la superficie o en el volumen del elemento de cubierta. El tamaño de la nanopartícula determina entonces su interacción con la luz, dando un color definido. Debido a la posición aleatoria de las nanopartículas, se dice que el reflejo es difuso y no puede orientarse en ninguna dirección en particular.

35 Normalmente, la reflexión producida por un acristalamiento se denomina difusa cuando la radiación que incide sobre el acristalamiento en un ángulo de incidencia dado es reflejada por el acristalamiento en una pluralidad de direcciones. Se dice que el reflejo producido por una unidad de acristalamiento es especular cuando la radiación que incide sobre la unidad de acristalamiento en un ángulo de incidencia dado se refleja por la unidad de acristalamiento en un ángulo de reflejo aproximadamente igual al ángulo de incidencia.

40 La tercera técnica limita las variaciones en la apariencia del acristalamiento basado en el ángulo de visión. Si bien es prometedora, esta técnica sigue siendo compleja y costosa de implementar,

45 la patente US2019/386607 A1 describe una instalación fotovoltaica integrada en un edificio que comprende un elemento estratificado.

50 La técnica propuesta permite abordar las desventajas mencionadas anteriormente y, en al menos una realización particular, se refiere más específicamente a una instalación fotovoltaica que es adecuada para integrarse en el edificio y comprende al menos una célula fotovoltaica hecha de silicio, caracterizándose dicha instalación fotovoltaica porque

comprende un elemento estratificado transparente o translúcido que comprende al menos una capa externa inferior que está destinada a orientarse hacia el interior del edificio, y una capa externa superior que se destina a orientarse hacia el exterior del edificio, formando cada una de las capas externas una superficie principal externa del elemento estratificado y consistiendo en materiales dieléctricos, comprendiendo además el elemento estratificado un ensamblaje laminar que se inserta entre las capas externas y está formado por al menos una capa intermedia, siendo la capa intermedia una capa única que es una capa dieléctrica que tiene un índice de refracción que es diferente del de las capas externas o una capa metálica, o una pila de capas que comprende al menos una capa dieléctrica que tiene un índice de refracción que es diferente del de las capas externas o de una capa metálica, cada superficie de contacto entre dos capas adyacentes del elemento estratificado, de las cuales una es dieléctrica y la otra es metálica, o que son dos capas dieléctricas que tienen diferentes índices de refracción, está texturizada y preferiblemente es paralela a las otras superficies de contacto, estando dicha célula fotovoltaica dispuesta por debajo o integrada en la capa externa inferior,

teniendo dicha capa externa inferior (2) un índice (n_2) de refracción que está entre el índice (n_4) de refracción de la capa externa superior (4) y el índice (n_7) de refracción de la célula fotovoltaica (7), siendo el índice de la célula fotovoltaica el del silicio, y cumpliendo con la fórmula: $n_2 \geq n_4 + (n_7 - n_4)/3$

En el presente texto, se dice que el elemento estratificado es transparente porque da lugar a la transmisión especular de la radiación incidente, al menos en los rangos de longitud de onda que son útiles para la aplicación prevista del elemento. A modo de ejemplo, cuando el elemento se usa como acristalamiento de automóvil o arquitectónico, es transparente al menos en el dominio de longitud de onda visible. Por el contrario, el acristalamiento translúcido da lugar a una transmisión difusa de la radiación incidente.

Respecto del significado de la invención, material dieléctrico o capa dieléctrica significa un material o una capa con baja conductividad eléctrica, inferior a 100 S/m.

En este texto, un ensamblaje laminar es un ensamblaje de una o más cuchillas, también conocidas como capas intermedias, depositadas sucesivamente sobre la superficie texturizada de una de las capas externas.

La superficie de contacto entre dos capas adyacentes es la interfase entre las dos capas adyacentes.

Una superficie texturizada es una superficie cuyas irregularidades superficiales varían en una escala superior a la longitud de onda de la radiación que incide sobre la superficie. A continuación, la radiación incidente es transmitida y reflejada de forma difusa por la superficie.

El paralelismo de las superficies de contacto texturizadas, como una característica preferencial, implica que la capa o cada capa constituyente del ensamblaje laminar, que es dieléctrica con un índice de refracción diferente al de las capas externas, o que es metálica, tiene un espesor uniforme perpendicular a las superficies de contacto del ensamblaje laminar con las capas externas. Esta uniformidad en espesor puede ser global en toda la extensión de la textura o local en segmentos de la textura. En particular, cuando la textura tiene variaciones en pendiente, el espesor entre dos superficies de contacto texturizadas consecutivas puede cambiar, de segmento a segmento, dependiendo de la pendiente de la textura, aunque las superficies de contacto texturizadas siempre permanecen paralelas entre sí. Esto es, en particular, el caso de una capa depositada mediante pulverización catódica, donde el espesor de la capa es más delgado cuando aumenta la pendiente de la textura. Por lo tanto, localmente, en cada segmento de textura que tiene una pendiente dada, el espesor de la capa permanece constante, pero el espesor de la capa es diferente entre un primer segmento de textura que tiene una primera pendiente y un segundo segmento de textura que tiene una segunda pendiente diferente de la primera pendiente.

En una instalación fotovoltaica según la invención, el elemento estratificado actúa como un elemento de cobertura para la célula fotovoltaica sobre la que está dispuesto, tal como se ve desde el exterior del edificio.

La implementación de tal elemento estratificado permite camuflar la célula fotovoltaica de modo efectivo, conservando a la vez un rendimiento de transmisión de luz satisfactorio.

De hecho, como se describe con mayor detalle en la descripción, tal elemento estratificado tiene la doble característica técnica de presentar tanto un reflejo difusivo como una transmisión de luz efectiva y, por lo tanto, satisfactoria.

Debido a este reflejo difuso, una porción de los rayos solares incidentes se refleja por lo tanto de manera difusa en la superficie del ensamblaje laminar, lo que permite limitar el deslumbramiento y la generación de puntos calientes, al tiempo que ofrece un camuflaje satisfactorio para la célula fotovoltaica. El elemento estratificado también es menos sensible a las variaciones de color debido al ángulo de visión.

Debido a la transmisión efectiva, una porción significativa de los rayos incidentes se refracta y se transmite a través del ensamblaje laminar, lo que permite limitar las pérdidas de energía y, por lo tanto, permite maximizar la exposición de la célula fotovoltaica a través del elemento estratificado.

5 A esto se suma un efecto de captura de luz en la cara interna del ensamblaje laminar. Específicamente, después de pasar por este ensamblaje laminar por primera vez, una primera porción de los rayos incidentes se absorbe por la célula fotovoltaica, mientras que una segunda porción se refleja hacia el mismo ensamblaje laminar. Por lo tanto, una subporción de esta luz reflejada se retrorrefleja por el ensamblaje laminar hacia la célula fotovoltaica, lo que permite mejorar aún más la eficiencia energética. Como las células fotovoltaicas tienen una transmisión opaca, no se transmiten rayos de luz desde el interior del edificio. Por lo tanto, un observador colocado en el exterior del edificio solo percibirá el reflejo difuso en el ensamblaje laminar, ya que la potencia de reflejo solo necesita ser suficiente para camuflar la célula fotovoltaica.

10 Según la invención, dicha capa externa inferior tiene un índice (n_2) de refracción que está entre el índice (n_4) de refracción de la capa externa superior (4) y el índice (n_7) de refracción de la célula fotovoltaica (7), y satisface preferiblemente la fórmula: $n_2 \geq n_4 + (n_7 - n_4)/3$

15 Según un ejemplo que no está cubierto por las reivindicaciones pero que es útil para entender la invención, dicha capa externa inferior tiene sustancialmente el mismo índice (n_2) de refracción que el índice (n_4) de refracción de la capa externa superior (4).

20 El término “índice” hace referencia al índice de refracción óptica, medido a la longitud de onda de 550 nm. Dentro del contexto de la invención, dos materiales dieléctricos tienen sustancialmente el mismo índice de refracción, o tienen sus índices de refracción sustancialmente iguales cuando el valor absoluto de la diferencia entre sus índices de refracción a 550 nm es menor que o igual a 0,15. Preferiblemente, el valor absoluto de la diferencia en el índice de refracción a 550 nm entre los materiales que componen las dos capas externas del elemento estratificado es inferior a 0,05, con mayor preferencia, inferior a 0,015. Dentro del contexto de la invención, dos capas dieléctricas tienen diferentes índices de refracción cuando el valor absoluto de la diferencia entre sus índices de refracción a 550 nm es estrictamente mayor que 0,15.

25 Según una realización particular, el uso de una capa externa inferior con un índice intermedio entre el de la capa externa superior y el de la célula fotovoltaica permite limitar el fenómeno de reflejo en la interfaz entre estos dos últimos elementos y, por lo tanto, aumentar la eficiencia energética de la instalación fotovoltaica. Estos resultados técnicos se detallan en la descripción,

30 Según una realización particular, dicho elemento estratificado tiene, en todo el rango de longitud de onda de entre 300 nm y 1100 nm, una absorción de luz inferior al 30 %, preferiblemente inferior al 25 %, preferiblemente inferior al 20 %, preferiblemente inferior al 15 %, preferiblemente inferior al 10 %, preferiblemente inferior al 5 %, y/o una reflexión inferior al 30 %, preferiblemente inferior al 25 %, preferiblemente inferior al 20 %, preferiblemente inferior al 10 % y superior al 2,5 %. sustancialmente superior al 5 %.

35 El rango de longitud de onda de entre 300 nm y 1100 nm corresponde al rango de absorción del silicio, que es un componente esencial de las células fotovoltaicas. Para maximizar la entrada de energía a la célula fotovoltaica, es ventajoso minimizar la absorción de dicho elemento estratificado en este rango de longitud de onda. Del mismo modo, es ventajoso minimizar su reflectividad de modo que la célula fotovoltaica pueda camuflarse desde el exterior.

40 Por lo tanto, el uso de un ensamblaje laminar de este tipo maximiza la cantidad de energía transmitida a la célula fotovoltaica y, por lo tanto, optimiza su eficiencia energética.

45 Según una realización particular, dicho ensamblaje laminar está formado por una pluralidad de capas intermedias y tiene un reflejo en al menos dos regiones adyacentes cuyos colores son distintos entre sí.

50 La noción de color abarca los tres parámetros psicosensores que intervienen en la determinación de la apariencia visual, la luminosidad, el matiz y la saturación, pudiéndose agrupar estos dos últimos parámetros bajo la noción de cromaticidad. Al variar estos tres parámetros independientemente entre sí, es posible lograr todas las sensaciones de color imaginables. En este contexto, los diferentes sistemas para describir un color —por ejemplo, los espacios de color CIE 1931 o CIELAB 76, o los tipos de coordenadas elegidos en cada uno de ellos— son simplemente formas diferentes de definir los tres parámetros que describen este color. Con fines puramente descriptivos y no limitativos, los colores se definen a lo largo de la descripción según el espacio CIELAB 76 (CIE 1976) con luz diurna media (D65) como fuente, y el observador CIE 2° como observador estándar, tal como lo definen sus componentes tricromáticos espectrales que representan la respuesta cromática de un observador estandarizado definido por el CIE en 1931, y usando coordenadas cartesianas (L^* , a^* , b^*) con L^* el brillo psicométrico (entre 0 y 100), a^* la posición cromática en un eje verde-rojo (entre -500 y 500) y b^* la posición cromática en un eje azul-amarillo (entre -200 y 200).

55 En el presente texto, se dice que dos colores son distintos cuando Delta E, calculado según los espacios CIELAB 76 (CIE 1976), CIE94, CIEDE 2000 o CMC 1:c (1984), está entre 4,0 y 5,0, preferiblemente entre 2,0 y 4,0, incluso con mayor preferencia entre 1,0 y 2,0. El color reflejado por una región específica del ensamblaje laminar, vista desde el frente con respecto a una de las superficies principales externas (2A, 4A), depende de la naturaleza de las capas intermedias (31, 32,..., 3K) de las que está compuesto, de su espesor respectivo, método de deposición y/u orden de disposición. Por lo tanto, y como se describe con mayor detalle en la descripción, si entre dos regiones (A, B, C, D)

del ensamblaje laminar, al menos uno de estos parámetros difiere, existe una alta probabilidad de que estas dos regiones (A, B, C, D) presenten colores distintos entre sí en el reflejo.

5 Por ejemplo, según una realización que no se muestra, dos capas intermedias (31, 32,..., 3K) son del mismo tipo, pero difieren en su espesor o método de deposición respectivos. Como resultado de estas diferencias, las regiones cubiertas por estas capas mostrarán diferentes colores en el reflejo.

10 Ahora se conoce el uso de la simulación para determinar el color que puede obtenerse en el reflejo variando uno o más de estos parámetros, por ejemplo, a través del software de modelado ODE (WTheiss Hardware and Software), OptiLayer (Thin Films Software) o Essential MacLeod (Thin Film Center). Por lo tanto, esta característica particular permite a una persona experta, basado en su conocimiento general del modelado de pilas de capas, producir un elemento en capas que resalte un diseño distinto en el reflejo. Por lo tanto, el simple reflejo de la luz solar en la superficie difusamente reflectante de esta pila de capas es suficiente para revelar dicho diseño.

15 Según una realización particular, al menos una capa intermedia se obtiene mediante pulverización catódica asistida por campo magnético ("pulverización catódica con magnetron") y/o porque al menos una capa intermedia se obtiene mediante serigrafía.

20 Según una realización particular, al menos una capa intermedia (32), denominada "capa de diseño", cubre parcialmente otra capa intermedia (31), denominada "capa base", formando la correspondiente porción de superposición una región (C) de color en reflejo que es distinta de al menos una región adyacente (B, D).

25 En el presente texto, la noción de "superposición" se considera desde una vista frontal con respecto a una de las superficies principales externas (2A, 4A) y, por lo tanto, no implica ningún orden de disposición en particular, ya que el elemento estratificado una única capa desde una de sus superficies principales externas (2A, 4A), así como desde la otra. Las variaciones asociadas a dicha superposición en el espesor, la naturaleza y/o la disposición de las capas intermedias que forman el ensamblaje laminar justifican la obtención, en esta región de superposición (C), de un color en reflejo que sea distinto de al menos una región adyacente (B, D).

30 Según realizaciones particulares de la invención, el ensamblaje laminar (3) puede comprender una pluralidad de pilas sucesivas que permiten obtener diferentes diseños de diferentes colores.

35 Según una realización particular, al menos una primera capa intermedia (32) forma una inclusión total dentro de una segunda capa intermedia (31), y porque dichas primera y segunda capas intermedias (31, 32) muestran colores distintos entre sí en el reflejo.

En otras palabras, la porción de la primera capa intermedia (32), que forma una inclusión directa, corresponde al negativo de la segunda capa intermedia (31).

40 Según una realización particular, la capa externa superior está destinada a orientarse hacia el exterior del edificio y comprende una superficie externa texturizada, cuya profundidad promedio es preferiblemente superior a 0,8 mm, preferiblemente superior a 0,9 mm, preferiblemente superior a 1,0 mm, preferiblemente superior a 1,1 mm, preferiblemente superior a 1,2 mm, preferiblemente inferior a 1,5 mm y preferiblemente inferior a 1,3 mm.

45 El uso de una superficie externa texturizada, en comparación con una superficie lisa, aumenta la cantidad de radiación solar transmitida a través del elemento estratificado. En particular, la texturización de la superficie reduce significativamente el ángulo de impacto de los rayos de luz y las pérdidas de reflejo de la luz asociadas, disminuyendo estas últimas a medida que disminuye el ángulo de impacto. Por lo tanto, la textura de la superficie proporciona un efecto antirreflectante significativo. También hay un efecto de captura de luz adicional, detallado en la descripción. Por lo tanto, su uso contribuye a mejorar la eficiencia de la célula fotovoltaica.

También se descubrió que el rendimiento aumentaba con la profundidad de la textura, independientemente del ángulo de incidencia de los rayos.

55 Según una realización particular de una instalación según la invención, preferiblemente para su montaje en un techo, dicha superficie externa texturizada tiene un diseño simétrico, por ejemplo, una forma prismática, preferiblemente una forma piramidal invertida.

60 Respecto del significado de la invención, una textura de diseño simétrico está compuesta por diseños geométricos en relieve con respecto al plano general de dicha superficie texturizada, siendo cada diseño simétrico con respecto a una línea teórica o plano perpendicular a dicho plano general.

65 Como se detalla en la descripción, una textura con un diseño simétrico aumenta aún más la cantidad de luz solar transmitida a través del elemento estratificado, particularmente en el contexto de la exposición a rayos de luz de ángulo bajo, como es el caso de las aplicaciones montadas en el techo. Esta mejora es aún más significativa para los diseños simétricos con forma piramidal invertida.

5 Según una realización particular, la textura de la superficie externa tiene un diseño simétrico de forma piramidal invertida que tiene un ángulo de vértice de entre 80 y 100°, y/o cuyo círculo teórico más pequeño que puede contener la base de los diseños tiene un diámetro de entre 1,0 y 5,0 mm, preferiblemente entre 1,5 y 4,0 mm, preferiblemente entre 2,0 y 3,5 mm, y preferiblemente entre 2,4 y 3,0 mm.

10 Como se detalla en la descripción, en el contexto de un montaje en techo o superficie inclinada de una instalación fotovoltaica según la invención, que tiene una textura de superficie externa con un diseño simétrico de forma piramidal invertida, la elección de dicho valor de ángulo de vértice y/o de dichos valores teóricos de diámetro circular aumenta aún más la cantidad de radiación solar transmitida a través del elemento estratificado.

15 Según una realización particular de una instalación fotovoltaica según la invención, preferiblemente para su montaje en una fachada, dicha superficie externa texturizada tiene un diseño asimétrico, por ejemplo, una forma piramidal invertida, preferiblemente una forma prismática.

20 A diferencia de una textura con un diseño simétrico, una textura con un diseño asimétrico se compone de diseños geométricos en relieve que no son particularmente simétricos con respecto a ningún plano perpendicular al plano de textura general. Sin embargo, esto no impide que el mismo diseño se repita regularmente en toda o parte de la superficie texturizada.

25 Como se detalla en la descripción, una textura con un diseño asimétrico aumenta aún más la cantidad de luz solar transmitida a través del elemento estratificado, particularmente en el contexto de la exposición a rayos de luz de ángulo alto, como es el caso de las aplicaciones montadas en fachadas. Esta mejora es aún más significativa para los diseños simétricos con forma prismática.

30 Según una realización particular, la textura de la superficie externa tiene un diseño asimétrico que tiene un gran ángulo de vértice de entre 20° y 70°, preferiblemente entre 30° y 60°, preferiblemente entre 35° y 55°, preferiblemente entre 40° y 50°, y preferiblemente entre 43° y 47°, y/o que tiene un ángulo pequeño de menos de 30°, preferiblemente menos de 25°, preferiblemente menos de 20°, preferiblemente menos de 15°, preferiblemente menos de 10° y preferiblemente menos de 5°.

En toda la descripción, los valores de ángulo amplio y ángulo pequeño se miden en el vértice de los diseños de textura, con respecto al plano de textura normal al general.

35 A modo de ejemplo ilustrativo y no limitativo, la figura 7 es una representación esquemática en sección transversal de un ejemplo de una superficie externa texturizada con un diseño asimétrico. En este ejemplo, la superficie está dispuesta horizontalmente y presenta un diseño de textura prismática, de 1 mm de profundidad, cuyo vértice es la suma de un ángulo pequeño de 15° y un ángulo grande de 45°.

40 Como se detalla en la descripción, en el contexto de un montaje en fachada de una instalación fotovoltaica según la invención, que presenta una textura de superficie externa con un diseño asimétrico de forma piramidal o prismática invertida, la adopción de tales valores de ángulo amplio y/o ángulo pequeño aumenta aún más la cantidad de radiación solar transmitida a través del elemento estratificado.

45 Según una realización particular, una instalación fotovoltaica según la invención comprende al menos una capa antirreflectante en la interfaz entre la superficie de la célula fotovoltaica que está destinada a orientarse hacia el exterior del edificio y la capa externa inferior, y/o sobre la superficie externa de la capa externa superior.

50 Este recubrimiento antirreflectante puede ser de cualquier tipo que permita reducir el reflejo de la radiación en la interfaz entre los dos medios ópticos. Por lo tanto, puede disponerse en la interfaz entre la superficie de dicha célula fotovoltaica destinada a mirar hacia el exterior del edificio y la capa externa inferior.

55 Alternativamente, o en combinación, este recubrimiento antirreflectante también puede disponerse en la superficie externa de la capa externa superior.

60 Cuando se dispone en la interfaz entre un sustrato sobre el que se deposita y el aire, dicho recubrimiento antirreflectante puede adoptar la forma de una capa con un índice de refracción entre el índice de refracción del aire y el índice de refracción del sustrato, tal como una capa depositada mediante una técnica de vacío o una capa de sol-gel porosa, o, en el caso de una capa externa de vidrio, una porción de superficie hueca de la capa externa de vidrio obtenida mediante grabado. Como una variante, el recubrimiento antirreflectante puede estar formado mediante una pila de capas delgadas que tienen índices de refracción más bajos y más altos alternos, que desempeña el papel de un filtro de interferencias en la interfaz entre el aire y la capa externa, o mediante una pila de capas delgadas que tienen un gradiente continuo o escalonado de índices de refracción entre el índice de refracción del aire y el de la superficie externa.

65

Cuando el recubrimiento antirreflectante se dispone en la interfaz entre la superficie de dicha célula fotovoltaica destinada a mirar hacia el exterior del edificio y la capa externa inferior, hay una reducción de el reflejo en esta ubicación y, por lo tanto, un aumento en la eficiencia de captación de luz de la célula fotovoltaica.

5 Por lo tanto, la presencia de un recubrimiento antirreflectante reduce el reflejo especular en una o más de las superficies externas del acristalamiento, sin reducir el reflejo difuso en el ensamblaje laminar. En general, el reflejo difuso de la radiación por el elemento estratificado se ve favorecida por lo tanto sobre el reflejo especular.

10 Según una realización particular, la invención también se refiere al montaje de al menos una instalación fotovoltaica (8) como la descrita anteriormente en un edificio.

15 Según una realización particular, dicho montaje se lleva a cabo en un techo según una orientación angular de entre 25 y 40°, preferiblemente entre 30 y 35°, con respecto a la horizontal en dirección sur, usando preferiblemente una instalación fotovoltaica (8) como la descrita anteriormente.

20 Como se detalla en la descripción, tal orientación aumenta aún más la cantidad de radiación solar transmitida a través del elemento estratificado.

25 Según una realización particular, dicho montaje se lleva a cabo en una fachada, preferiblemente en forma de enjuta, usando preferiblemente una instalación fotovoltaica cuya superficie externa texturizada tiene un diseño asimétrico, y está dispuesta de modo que la cara del diseño asimétrico, que se define por el ángulo pequeño, esté sustancialmente orientada hacia arriba.

30 Como se detalla en la descripción, tal orientación permite limitar las pérdidas por reflejo que pueden estar relacionadas con la incapacidad de atrapar los rayos incidentes en determinadas condiciones de iluminación.

35 A lo largo de esta descripción, las “enjutas” se refieren a las regiones de una fachada acristalada que se encuentran fuera de las regiones dedicadas a la visualización transparente (ventanas, ventanales, etc.), por ejemplo, en los elementos estructurales (pisos, muros de carga, etc.).

40 La invención también se refiere a un método para fabricar una instalación fotovoltaica según la invención, que comprende disponer la célula fotovoltaica por debajo del elemento estratificado o integrarla dentro de la capa externa inferior.

45 Estas disposiciones alternativas de la célula fotovoltaica permiten que esta última se beneficie de los efectos beneficiosos asociados con la implementación del elemento estratificado y, en particular, con su ensamblaje laminar.

50 La invención también se refiere al uso de una instalación fotovoltaica según la invención, que está montada en un edificio según la invención, para producir energía eléctrica.

55 Según una realización particular del presente texto, el elemento estratificado puede ser rígido o flexible. En particular, puede ser un acristalamiento, por ejemplo hecho de vidrio o material polimérico. También puede ser una película flexible basada en un material polimérico, en particular una que se puede aplicar a una superficie para darle propiedades de reflejo difuso y, al mismo tiempo, preservar sus propiedades de transmisión.

60 Según una realización particular, el espesor de la capa externa inferior está preferiblemente entre 1 µm y 12 mm y varía según la elección del material dieléctrico.

65 Según una realización particular, al menos una capa externa es un vidrio texturizado de una cara y tiene un espesor de entre 0,4 y 10 mm, preferiblemente entre 0,7 y 4 mm.

Según una realización particular, al menos una capa externa es un polímero texturizado de una sola cara, por ejemplo, una película de plástico, y tiene un espesor de entre 0,020 y 2,000 mm, preferiblemente entre 0,025 y 0,500 mm.

Según una realización particular, al menos una capa externa consiste en una capa intermedia termoplástica, preferiblemente polivinilbutiral (PVB), y tiene un espesor de entre 0,1 y 1,0 mm.

Según una realización particular, al menos una capa externa consiste en una capa de material dieléctrico y tiene un espesor de entre 0,2 y 20 µm, preferiblemente entre 0,5 y 2 µm.

Según una realización particular, al menos una capa externa comprende materiales curables inicialmente en un estado viscoso, líquido o pastoso, que son adecuados para operaciones de conformación y tienen un espesor de entre 0,5 y 100 µm, preferiblemente entre 0,5 y 40 µm, con mayor preferencia entre 0,5 y 15 µm.

Según una realización particular, al menos una capa externa comprende materiales fotoreticulables y/o fotopolimerizables con un espesor de entre 0,5 y 20 µm, preferiblemente entre 0,7 y 10 µm.

Según una realización particular, cada capa externa del elemento estratificado está formada por una pila de subcapas hechas de materiales que tienen todos sustancialmente el mismo índice óptico. Alternativamente, la interfaz entre estas subcapas es lisa o texturizada.

5 La elección del espesor del ensamblaje laminar depende de una serie de parámetros. En términos generales, se considera que el espesor total del ensamblaje laminar está entre 5 y 200 nm, y el espesor de una capa intermedia del ensamblaje laminar está entre 1 y 200 nm.

10 Según una realización particular, el ensamblaje laminar es una capa metálica con un espesor de entre 5 y 40 nm, preferiblemente entre 6 y 30 nm e incluso con mayor preferencia entre 6 y 20 nm.

15 Según una realización particular, el ensamblaje laminar es una capa dieléctrica, por ejemplo de TiO₂, y tiene un espesor de entre 20 y 100 nm, e incluso con mayor preferencia entre 45 y 75 nm y/o un índice de refracción de entre 2,2 y 2,4.

20 Según una realización particular, las capas de sol-gel se depositan mediante un proceso de serigrafía y tienen un espesor antes del recocido/en estado líquido de entre 0,5 y 50 μm , preferiblemente entre 5 y 25 μm , con mayor preferencia entre 10 y 15 μm .

Según la realización particular de la invención, el ensamblaje laminar se deposita solo sobre una porción de la superficie principal texturizada de la capa externa inferior. Por lo tanto, las capas base y de diseño solo se aplican a esta porción de la capa externa inferior.

25 Según una realización particular, las superficies principales externas del elemento estratificado y/o las superficies principales externas del acristalamiento son planas o curvas.

30 Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes al leer la siguiente descripción de realizaciones particulares, que se dan por medio de ejemplos simples ilustrativos y no limitantes, y en el estudio de las figuras adjuntas, en las que:

La figura 1 es una sección transversal esquemática de un elemento estratificado;

35 la figura 2 es una vista a mayor escala del detalle I de la figura 1 para una primera variante del elemento estratificado;

la figura 3 es una vista a mayor escala del detalle I de la figura 1 para una segunda variante del elemento estratificado; y

40 las figuras 4 y 5 son dos secciones transversales esquemáticas de una instalación fotovoltaica integrada en un edificio según dos realizaciones alternativas de la invención;

la figura 6 es una vista en perspectiva de una superficie texturizada con un diseño simétrico, con una forma piramidal invertida;

45 la figura 7 es una vista esquemática en sección transversal de una textura con un diseño asimétrico, con una forma prismática,

50 la figura 8 es una representación gráfica de la variación de aumento de una instalación fotovoltaica como una función del ángulo de incidencia de la luz y la textura de la superficie,

las figuras 9 y 10 son vistas esquemáticas en sección transversal que muestran la propagación de los rayos de luz en la interfaz entre el aire y una superficie de vidrio con una textura asimétrica, según dos configuraciones alternativas;

55 Los diversos elementos mostrados en las figuras no se muestran necesariamente a escala real, se ha hecho más énfasis en la indicación de los trabajos generales de la invención. En las diversas figuras, a menos que se indique lo contrario, los números de referencia que son idénticos representan elementos similares o idénticos.

60 A continuación, se presentan varias realizaciones particulares de la invención. Se entiende además que la presente invención no está limitada de ninguna forma por estas realizaciones particulares, y que las otras realizaciones son perfectamente posibles.

Tenga en cuenta también que a lo largo de la descripción, la expresión “entre... y...” incluye los límites del intervalo.

65 Las figuras 1 a 3 muestran un elemento estratificado transparente adecuado para usar en una instalación fotovoltaica, y pretenden mostrar su funcionamiento general. Para mayor claridad del dibujo, los espesores relativos de las diferentes capas no se han respetado rigurosamente. Además, no se ha mostrado en las figuras la posible variación

en espesor de cada capa del ensamblaje laminar como una función de la pendiente de la textura, entendiéndose que esta posible variación de espesor no afecta al paralelismo de las superficies de contacto texturizadas. Específicamente, para cada pendiente dada de la textura, las superficies de contacto texturizadas son paralelas entre sí.

5 A lo largo de la descripción, se considera que el elemento estratificado transparente está colocado horizontalmente, con su primera cara orientada hacia abajo definiendo una superficie principal externa inferior, destinada a disponerse opuesta o al menos próxima a la célula fotovoltaica, y su segunda cara, opuesta a la primera cara, orientada hacia arriba definiendo una superficie principal externa superior, destinada a posicionarse hacia el exterior del edificio; por lo tanto, los significados de las expresiones “arriba” y “abajo” deben considerarse en relación con esta orientación. A falta de una estipulación específica, las expresiones "encima" y "debajo/bajo" no significan necesariamente que las dos capas estén dispuestas en contacto entre sí. Los términos "inferior" y "superior" se usan en el presente documento con referencia a esta colocación.

15 El elemento estratificado 1 mostrado en la figura 1 corresponde a un ejemplo que no está cubierto por las reivindicaciones, pero que es útil para entender la invención, y comprende dos capas externas 2 y 4, que están hechas de materiales dieléctricos transparentes que tienen sustancialmente el mismo índice n_2 , n_4 de refracción.

20 En una realización según la invención, no mostrada, la capa externa inferior 2 tiene un índice de refracción que es intermedio entre el de la capa externa superior 4 y el de la célula fotovoltaica 7, limitando de este modo el fenómeno de reflejo en la interfaz entre los dos últimos elementos y, por lo tanto, aumentando la eficiencia energética de la instalación fotovoltaica 8. Debido a la diferencia en el índice de refracción entre las capas externas 2 y 4, los rayos refractados en la capa externa inferior 2 se desvían de su trayectoria a través de la capa externa superior 4. La transmisión dentro del elemento estratificado 1 es, por lo tanto, difusa, lo que lo hace translúcido.

25 Cada capa externa 2 o 4 tiene una superficie principal externa, 2A o 4A, respectivamente, que se dirige hacia el exterior del elemento estratificado, y una superficie principal texturizada, 2B o 4B, respectivamente, que se dirige hacia el interior del elemento estratificado.

30 Las texturas de las superficies internas 2B y 4B son complementarias entre sí. Como se muestra en la figura 1, las superficies texturizadas 2B y 4B se ubican opuestas entre sí, en una configuración donde sus texturas son estrictamente paralelas entre sí. El elemento estratificado 1 también comprende un ensamblaje laminar 3, en contacto entre las superficies texturizadas 2B y 4B.

35 En la variante que se muestra en la figura 2, el ensamblaje laminar 3 es una capa única y se compone de un material transparente que es o metálico, o dieléctrico, con un índice de refracción n_3 diferente al de las capas externas 2 y 4. En la variante mostrada en la figura 3, el ensamblaje laminar 3 está formado por una única capa intermedia, que a su vez está formada por una pila transparente de varias capas 31, 32, ..., 3k, donde al menos una de las capas 31 a 3k es una capa metálica o una capa dieléctrica que tiene un índice de refracción diferente del de las capas externas 2 y 4. Preferiblemente, al menos cada una de las dos capas 31 y 3k ubicadas en los extremos de la pila es una capa de metal o una capa dieléctrica con un índice n_{31} o n_{3k} de refracción diferente al de las capas externas 2 y 4.

45 En las figuras 1 a 3, S0 indica la superficie de contacto entre la capa externa 2 y el ensamblaje laminar 3, y S1 indica la superficie de contacto entre el ensamblaje laminar 3 y la capa externa 4. Además, en la figura 3, las superficies de contacto internas del ensamblaje laminar 3 se indican sucesivamente como S2 a Sk, comenzando desde la superficie de contacto más cercana a la superficie S0.

50 En la variante de la figura 2, debido a la disposición del ensamblaje laminar 3 en contacto entre las superficies texturizadas 2B y 4B, que son paralelas entre sí, la superficie S0 de contacto entre la capa externa 2 y el ensamblaje laminar 3 está texturizada y es paralela a la superficie S1 de contacto entre el ensamblaje laminar 3 y la capa externa 4. En otras palabras, el ensamblaje laminar 3 es una capa texturizada, al menos localmente, un espesor uniforme e_3 , tomado perpendicular a las superficies S0 y S1 de contacto.

55 En la variante de la figura 3, cada superficie S2, ..., Sk de contacto entre dos capas adyacentes del apilamiento que constituye el ensamblaje laminar 3, está texturizada y es estrictamente paralela a las superficies S0 y S1 de contacto entre las capas externas 2, 4 y el ensamblaje laminar 3. Por lo tanto, todas las superficies S0, S1, ..., Sk de contacto entre capas adyacentes del elemento 1 que sean bien de diferentes naturalezas, dieléctricas o metálicas, o bien de materiales dieléctricos con diferentes índices de refracción, están texturizadas y son paralelas entre sí. En particular, cada capa 31, 32, ..., 3k de la pila que constituye el ensamblaje laminar 3 tiene, al menos localmente, un espesor uniforme e_{31} , e_{32} , ..., e_{3k} , tomado perpendicularmente a las superficies de contacto S0, S1, ..., Sk.

60 Como se muestra en la figura 1, la textura de cada superficie S0, S1 o S0, S1, ..., Sk de contacto del elemento estratificado 1 se forma por una pluralidad de diseños que están hundidos o son protuberantes con respecto a un plano general π de la superficie de contacto.

65

La figura 1 muestra la trayectoria de una pluralidad de rayos, que es incidente sobre el elemento estratificado 1 en el lado de una primera capa externa 2. Obsérvese que en los casos particulares mostrados en las figuras 1, 4 y 5, a los que la invención no está limitada, las superficies externas de las capas externas 2 y 4 son lisas, lo que significa que los rayos incidentes orientados a lo largo de la normal a estas superficies no se desvían al pasar del medio incidente al medio refractor. Según realizaciones alternativas de la invención, algunas de las cuales se describen a continuación, al menos una de las superficies externas 2A y 4A está texturizada, lo que da lugar a la dispersión de la luz durante el reflejo y la transmisión.

En la figura 1, los rayos incidentes R_i llegan perpendiculares a la capa externa superior 4 (esta última se coloca arbitrariamente hacia abajo en las figuras 1 a 3). Cuando los rayos incidentes R_i alcanzan la superficie de contacto S_0 entre la capa externa 4 y el ensamblaje laminar 3, con un ángulo de incidencia determinado θ , estos rayos se reflejan por la superficie metálica o debido a la diferencia en el índice de refracción en esta superficie de contacto, respectivamente, entre la capa externa 4 y el ensamblaje laminar 3 en la variante de la figura 2 y entre la capa externa 4 y la capa 31 en la variante de la figura 3. Como la superficie S_0 de contacto está texturizada, el reflejo tiene lugar en una pluralidad de direcciones R_r . Por lo tanto, el reflejo de la radiación por el elemento estratificado 1 es difuso.

Una porción de la radiación incidente también se refracta en el ensamblaje laminar 3. En la variante de la figura 2, las superficies S_0 y S_1 de contacto son paralelas entre sí, lo que implica, según la ley de Snell-Descartes, que $n_2 \cdot \text{sen}(\theta) = n_4 \cdot \text{sen}(\theta')$, donde θ es el ángulo de incidencia de la radiación sobre el ensamblaje laminar 3 comenzando desde la capa externa 4 y θ' es el ángulo de refracción de la radiación en la segunda capa externa 2 comenzando desde el ensamblaje laminar 3. En la variante de la figura 3, como las superficies S_0, S_1, \dots, S_k de contacto son todas paralelas entre sí, queda probada la relación $n_2 \cdot \text{sen}(\theta) = n_4 \cdot \text{sen}(\theta')$ derivada de la ley de Snell-Descartes. Por tanto, en las dos variantes, como los índices de refracción n_2 y n_4 de las dos capas externas son sustancialmente iguales entre sí, los rayos R_t transmitidos por el elemento estratificado se transmiten con un ángulo de transmisión θ' igual a su ángulo de incidencia θ sobre el elemento estratificado. Por lo tanto, la transmisión de la radiación por el elemento estratificado 1 es especular.

En una realización según la invención, no mostrada, la capa externa inferior 2 tiene un índice de refracción que es intermedio entre el de la capa externa superior 4 y el de la célula fotovoltaica 7, limitando de este modo el fenómeno de reflejo en la interfaz entre los dos últimos elementos y, por lo tanto, aumentando la eficiencia energética de la instalación fotovoltaica 8. Debido a la diferencia en el índice de refracción entre las capas externas 2 y 4, los rayos refractados en la capa externa inferior 2 se desvían con respecto a su trayectoria a través de la capa externa superior 4. La transmisión dentro del elemento estratificado 1 es, por lo tanto, difusa, lo que lo hace translúcido.

Los ejemplos de sustratos de vidrio que pueden utilizarse directamente como una capa externa del elemento estratificado incluyen:

- los sustratos de vidrio comercializados por Saint-Gobain Glass en la gama SATINOVO®, que ya son texturizadas y tienen, sobre una de sus superficies principales, una textura obtenida mediante chorro de arena o tratamiento con ácido;
- los sustratos de vidrio comercializados por Saint-Gobain Glass en la gama ALBARINO® S, P o G, o en la gama MASTERGLASS®, que tienen sobre una de sus superficies principales una textura obtenida mediante laminación,
- los sustratos de vidrio de alto índice texturizados por chorro de arena, tal como el vidrio de pedernal, por ejemplo, comercializado por Schott bajo las referencias SF6 ($n = 1,81$), 7SF57 ($n = 1,85$), N-SF66 ($n = 1,92$), P-SF68 ($n = 2,00$).

Los ejemplos de polímeros que son apropiados para el sustrato transparente comprenden poliésteres tales como tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polibutileno (PBT), naftalato de polietileno (PEN); poliácridatos tales como polimetilmetacrilato (PMMA); policarbonato; poliuretano; poliamidas; poliimidas; polímeros fluorados, tales como etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoruro de polivinilideno (PVDF), policlorotrifluoroetileno (PCTFE), etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE), copolímeros fluorados de etileno-propileno (FEP); resinas fotoreticulables y/o fotopolimerizables, tales como resinas de tioleno, poliuretano, uretano-acrilato, poliéster-acrilato.

Los ejemplos de capas centrales que pueden insertarse entre las capas externas incluyen capas dieléctricas delgadas, elegidas entre óxidos, nitruros o haluros de uno o varios metales de transición, no metales o metales alcalinotérreos, en particular capas de Si_3N_4 , SnO_2 , ZnO , ZrO_2 , SnZnOx , AlN , NbO , NbN , TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , MgF_2 , AlF_3 , o capas de metal delgado, en particular capas de plata, oro, cobre, titanio, niobio, silicio, aluminio, aleación de níquel-cromo (NiCr), acero inoxidable o aleaciones de estos metales.

La texturización de una de las superficies principales de las capas externas puede obtenerse mediante cualquier método conocido de texturización, por ejemplo, estampando la superficie del sustrato previamente calentada a una temperatura a la que pueda deformarse, en particular mediante laminación usando un rodillo cuya superficie tiene una textura complementaria a la texturización que va a formarse sobre el sustrato; mediante abrasión mediante partículas

o superficies abrasivas, en particular mediante arenado; mediante tratamiento químico, especialmente tratamiento con ácido en el caso de un sustrato de vidrio; mediante moldeo, especialmente moldeo por inyección en el caso de un sustrato de polímero termoplástico; o mediante grabado.

5 Los diseños de la textura de cada superficie de contacto entre dos capas adyacentes del elemento estratificado que una dieléctrica y la otra metálica, o que sean dos capas dieléctricas con diferentes índices de refracción, pueden distribuirse aleatoriamente sobre la superficie de contacto. Como una variante, los diseños de la textura de cada superficie de contacto entre dos capas adyacentes del elemento estratificado que son una metálica y la otra dieléctrica, o que son dos capas dieléctricas con diferentes índices de refracción, pueden distribuirse periódicamente sobre la superficie de contacto. Estos patrones pueden ser, en particular, conos, pirámides, ranuras, nervaduras, ondulaciones.

15 Las figuras 4 y 5 muestran un elemento estratificado 1 según una realización particular de la invención, que comprende un ensamblaje laminar 3 que se inserta entre las capas externas (2, 4) y está formado por 4 (cuatro) capas intermedias (31, 32, 32 y 3K), siendo cada capa intermedia en este caso una única capa dieléctrica con un índice de refracción diferente del de las capas externas, siendo las superficies de contacto de las capas intermedias (31, 32, 32 y 3K) y las capas externas (2, 4) están todas texturizadas y paralelas entre sí para mostrar un resultado satisfactorio propiedades de transparencia y reflejo difuso.

20 Más específicamente, el ensamblaje laminar 3 mostrado en sección transversal en las figuras 4 y 5 está dividido en 6 (seis) regiones (A,..., F), teniendo cada región un color en reflejo que es distinto del de las regiones adyacentes.

25 En las regiones A, B y D, las características colorimétricas del ensamblaje laminar 3 en reflejo vienen dictadas por la naturaleza y el espesor de las capas intermedias 31 y 32. Tenga en cuenta que las regiones A y D muestran el mismo color en el reflejo, aunque estas dos regiones no sean adyacentes. La región C es una porción de superposición de las capas intermedias 31 y 32. Dado su espesor total y la disposición particular de estas capas, esta región B tiene un color distinto en el reflejo del de las regiones adyacentes B y D. También debe tenerse en cuenta que esta región C tiene un color diferente en el reflejo dependiendo de si se observa desde arriba del elemento estratificado 1 o desde abajo. De modo similar, la región F se caracteriza por la superposición de las capas intermedias 31 y 33, y la región E se caracteriza por la superposición de las capas 31, 33 y 3k.

30 Según una realización alternativa, que no se muestra, las 4 (cuatro) capas intermedias (31, 32, 32 y 3K) son todas del mismo tipo. Si los espesores difieren de una capa intermedia (31, 32, 32 y 3K) a otra, cada región muestra un color diferente en el reflejo como resultado. Por el contrario, si los espesores de las capas intermedias son idénticos, se obtiene un primer color en las regiones A, B y D, un segundo color en las regiones B y F y un tercer color en la región E. Según las realizaciones particulares mostradas en las figuras 4 y 5, el ensamblaje laminar 3 se deposita solo sobre una porción de la superficie principal texturizada de la capa externa inferior 2. Por lo tanto, las capas base y de diseño solo se aplican a esta porción de la capa externa inferior. En las regiones no cubiertas por este ensamblaje laminar, la relación de transmisión de luz aumenta. En términos generales, el elemento estratificado tiene, por lo tanto, una transmitancia más alta.

40 Según una realización alternativa, que no se muestra, el ensamblaje laminar 3 se deposita sobre toda la superficie principal texturizada de la capa externa inferior 2.

45 Según una realización particular, se realizan dos pasadas de deposición mediante un magnetron. A continuación se introduce una máscara en la cámara de deposición para al menos uno de los 2 (dos) depósitos.

50 Según una realización alternativa, al menos una pasada de deposición se lleva a cabo mediante serigrafía y comprende colocar una pantalla de serigrafía opuesta a la superficie principal texturizada 2B de la capa externa inferior 2, y depositar sobre la pantalla de serigrafía y transferir al sustrato, usando una cuchilla perforadora, una capa dieléctrica con un índice n3 de refracción diferente al de las capas externas o una capa metálica.

55 Las realizaciones alternativas mostradas en las figuras 4 y 5, respectivamente, difieren entre sí en la disposición de la célula fotovoltaica, ya sea por debajo del elemento estratificado (figura 4) o dentro de la capa externa inferior 2 (figura 5).

60 En ambos casos, la célula fotovoltaica se beneficia de los efectos técnicos del elemento estratificado y, en particular, de su ensamblaje laminar. De este modo, los rayos de luz que inciden en la superficie externa 4A de la instalación solo se reflejan y/o absorben parcialmente al pasar a través de esta superficie externa 4A, particularmente si esta última es texturizada, y del ensamblaje laminar 3.

Debido al reflejo difuso, una porción de los rayos solares incidentes se refleja así de forma difusa en la superficie del ensamblaje laminar 3, lo que permite limitar el deslumbramiento y la generación de puntos calientes, al tiempo que ofrece un camuflaje satisfactorio para la célula fotovoltaica 7. El elemento estratificado 1 tampoco es muy sensible a las variaciones de color debidas al ángulo de visión.

65

Debido a la transmisión especular, otra porción de los rayos incidentes se refracta y se transmite a través del ensamblaje laminar 3 de forma especular, lo que permite limitar las pérdidas de energía y, por lo tanto, permite maximizar la exposición de la célula fotovoltaica 7 a través del elemento estratificado 1.

5 La implementación de dicho elemento estratificado 1 permite camuflar eficazmente la célula fotovoltaica 7, al tiempo que conserva un rendimiento de transmisión de luz satisfactorio.

10 A esto se suma un efecto de captura de luz en la cara interna del ensamblaje laminar 3. Específicamente, después de pasar por este ensamblaje laminar 3 por primera vez, una primera porción de los rayos incidentes se absorbe por la célula fotovoltaica 7, mientras que una segunda porción se refleja hacia el mismo ensamblaje laminar 3. Por lo tanto, una subporción de esta luz reflejada se retrorrefleja por el ensamblaje laminar 3 hacia la célula fotovoltaica 7, lo que permite mejorar aún más la eficiencia energética.

15 Para evaluar el papel desempeñado por el valor del índice óptico de la capa externa inferior 2 en la mejora del rendimiento de la célula fotovoltaica, se simula por ordenador una primera prueba para una instalación fotovoltaica 8 según la invención, que comprende una célula fotovoltaica convencional 7, cuyo índice óptico es del orden de 4,00.

20 Para una primera muestra, una célula fotovoltaica está asociada a un elemento de capa de referencia, no cubierto por la invención, que corresponde a la superposición de dos capas (exteriores) con índices ópticos (n_2 , n_4) de 1,4812, que pueden estar compuestas de vidrio transparente o extraclaro, por ejemplo, vidrio SGG Planiclear, con un espesor de 4 mm y cuyas superficies son lisas. Un elemento estratificado de este tipo no tiene ningún ensamblaje laminar 3,

25 Una segunda muestra difiere de la primera en que comprende adicionalmente un ensamblaje laminar 3, formado por una única capa de óxido de titanio (TiO_2) de 60 nm de espesor,

Tanto una tercera como una cuarta muestra comprenden un elemento estratificado 3 que tiene la siguiente pila:

- una capa externa inferior 2 cuyo índice óptico n_2 varía entre la tercera y la cuarta muestra, como se describe con mayor detalle a continuación. Tal capa externa inferior 2 puede estar hecha de vidrio transparente o extraclaro texturizado al menos parcialmente, de 4 mm de espesor, teniendo una altura de pico a valle (R_z) en su superficie interna texturizada de aproximadamente 10,6 μm ,
- un ensamblaje laminar 3 compuesto por una única capa de óxido de titanio (TiO_2) de 60 nm de espesor,
- 35 - una capa externa superior 4, con un índice óptico n_4 igual a 1,4812, que puede estar compuesta de vidrio transparente o extraclaro, por ejemplo, vidrio SGG Satinovo, texturizado al menos parcialmente en su superficie interna 4B, y que comprende una superficie externa lisa 4A.

40 En la tercera muestra, el índice óptico n_2 de la capa externa inferior 2 es 1,4812 y, por lo tanto, es igual al índice óptico n_4 de la capa externa superior 4.

Para la cuarta muestra, el índice óptico n_2 de la capa externa inferior 2 es 3,00 y, por lo tanto, corresponde a un valor medio entre el índice n_4 de la capa externa superior 4 y el índice n_7 de la célula fotovoltaica 7.

45 Para este primer ensayo, se hacen estimaciones del flujo luminoso transmitido a la célula fotovoltaica, en relación con el flujo incidente de los rayos cuyo ángulo de incidencia es alternativamente de 0°, 45° y 80° con respecto al plano de textura normal al general, que corresponde al plano teórico del elemento estratificado. En otras palabras, el objetivo de las mediciones realizadas es determinar el aumento de luminancia en la transmisión asociada al uso de un elemento estratificado determinado, basado en el ángulo de los rayos incidentes, entre otros factores. Los resultados se expresan en porcentaje (%) en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1

<Núm. de muestra>: interfaz central (3) / TiO_2 /valor n_2	Ángulo de incidencia de rayos		
	0°	45°	80°
<Muestra 1>: lisa / sin TiO_2 / $n_2 = 1,4812$	70,2	69,0	46,7
<Muestra 2>: lisa / con TiO_2 / $n_2 = 1,4812$	61,8	60,6	42,1
<Muestra 3>: texturizada / con TiO_2 / $n_2 = 1,4812$	66,7	66,0	44,6
<Muestra 4>: texturizada / con TiO_2 / $n_2 = 3,00$	87,8	84,6	53,9

Tabla 1 - Variación relativa (en %) del flujo transmitido a la célula fotovoltaica

Las estimaciones obtenidas llevan a varias conclusiones:

- La proporción de flujo transmitido a la célula fotovoltaica disminuye a medida que aumenta el ángulo de incidencia.

5 - La disposición de dos capas externas lisas frente a la célula fotovoltaica, independientemente de la presencia de una capa central de TiO₂ lisa o texturizada (véase la muestra 1), produce una pérdida de transmisión del 29,8 % al 53,3 %. Esta pérdida de transmisión se debe principalmente al reflejo de la luz en la interfaz entre la capa externa inferior y la célula fotovoltaica.

10 - La adición de una capa central de TiO₂ da como resultado una pérdida de transmisión relativamente baja, como lo demuestra la comparación de los resultados obtenidos para las muestras 1 y 2, respectivamente. Estas pérdidas se deben al reflejo especular de la capa central lisa de TiO₂,

15 - La texturización de la capa central de TiO₂ aumenta la transmisión de la luz, como lo demuestra la comparación de los resultados obtenidos para las muestras 2 y 3, respectivamente. Estas pérdidas están relacionadas con el reflejo difuso en la capa central de TiO₂ (texturizada) y con la disminución del ángulo de impacto de los rayos incidentes, lo que aumenta la proporción de rayos refractados,

20 - La adopción de un valor medio de índice óptico n_2 para la capa externa inferior 2 aumenta significativamente la proporción de flujo incidente transmitido a la célula fotovoltaica 7, como lo demuestra la comparación de los resultados obtenidos para las muestras 3 y 4, respectivamente.

25 Para resaltar otras ventajas técnicas conferidas por la invención reivindicada, se lleva a cabo una serie adicional de pruebas en una instalación fotovoltaica 8 según la invención, que comprende una célula fotovoltaica convencional dispuesta debajo de un elemento estratificado 1 que tiene la siguiente pila:

30 - una capa externa inferior 2: un sustrato de vidrio transparente o extraclaro, al menos parcialmente texturizado, por ejemplo, el vidrio SGG Satinovo vendido por Saint-Gobain Glass, de 4 mm de espesor, con una altura de pico a valle (Rz) en su superficie interna texturizada de alrededor de 10,6 μm , medida con un filtro pasabanda de 15-800 micras (ET 0,9 - mini 8 - maxi 13,4 para una superficie medida de 2 x 2 mm²).

35 - un ensamblaje laminar 3 depositado exclusivamente por magnetron y formado apilando una primera capa de óxido de titanio (TiO₂) de 65 nm de espesor, una capa de nitruro de silicio (SiN) de 55 nm de espesor y una segunda capa de óxido de titanio (TiO₂) de 385 nm de espesor,

40 - una capa externa superior 4: un sustrato de vidrio transparente o extraclaro, por ejemplo, vidrio SGG Satinovo, texturizado al menos parcialmente en su superficie interna 4B, y que comprende una superficie externa 4A, destinada a disponerse hacia el exterior del edificio, y cuya textura superficial varía según las muestras estudiadas, como se describe con mayor detalle más adelante en la descripción.

45 En esta serie de pruebas, la célula fotovoltaica 7 está separada del elemento estratificado 3 por una capa antirreflectante de 75 nm de espesor de nitruro de silicio (Si₃N₄), que no se muestra en las figuras. El índice de este recubrimiento antirreflectante es de aproximadamente 1,85, entre el del vidrio (aproximadamente 1,52) y el del silicio (aproximadamente 4,00). El efecto antirreflectante se obtiene gracias a este gradiente de índice.

50 Según una realización alternativa que no se muestra, un recubrimiento antirreflectante con una función similar está dispuesto en la superficie externa 4A de la capa externa superior 4, con el objetivo de reducir las reflexiones provocadas en esta interfaz del elemento estratificado 1 con el aire.

55 Se lleva a cabo una segunda prueba en una instalación fotovoltaica según la invención con una superficie externa 4A no texturizada, es decir, lisa, y en una instalación fotovoltaica sin un ensamblaje laminar 3 (no cubierto por la invención). Ambas instalaciones se están probando en París, en una posición vertical orientada al sur, durante un período de exposición de un año.

Esta segunda prueba muestra que la pérdida anual de energía generada por la célula fotovoltaica 7 es solo del 5,2 % para una instalación fotovoltaica equipada con un ensamblaje laminar 3, en comparación con una instalación sin uno.

60 Las pérdidas de energía asociadas con la implementación de una instalación fotovoltaica según la invención son, por lo tanto, relativamente bajas, en comparación con las posibilidades ofrecidas en términos de camuflar la célula fotovoltaica desde el exterior del edificio.

65 Para evaluar los efectos del uso de un diseño simétrico para texturizar la superficie externa 4A sobre el rendimiento de la célula fotovoltaica, se lleva a cabo una tercera prueba con las tres muestras siguientes:

Una primera muestra con una superficie externa lisa 4A,

Una segunda muestra cuya superficie externa 4A está texturizada con un diseño simétrico de forma prismática que tiene un período de 2 mm y un ángulo de vértice de aproximadamente 90°.

5 Una tercera muestra cuya superficie externa 4A está texturizada con un diseño simétrico de forma piramidal invertida con una base cuadrada, un período de 2 mm y un ángulo de vértice de aproximadamente 90°. Tal textura se muestra esquemáticamente en la figura 6.

10 Para esta tercera prueba, se miden el flujo luminoso transmitido a la célula fotovoltaica, en relación con el flujo incidente de los rayos cuyo ángulo de incidencia varía de 0° a 80° con respecto al plano de textura normal al general, que corresponde al plano teórico del elemento estratificado. En otras palabras, el objetivo de las mediciones realizadas es determinar el aumento de luminancia en la transmisión asociada con el uso del elemento estratificado 3, basado en la texturización de su superficie externa 4A y el ángulo de los rayos incidentes. Los resultados se expresan en porcentaje (%) en la Tabla 2 a continuación.

15 Tabla 2

Simetría	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Plano	88,78	88,78	88,72	88,53	88,05	86,83	83,88	76,45	57,11
Prisma	94,78	92,53	90,92	89,83	88,29	87,45	88,15	87,24	90,15
Pirámide	94,4	94,55	92,55	92,17	90,39	89,96	90,37	89,1	91,25

20 Tabla 2 - Variación relativa (en %) del flujo transmitido a la célula fotovoltaica

25 Estos resultados también se muestran en la figura 8. Por lo tanto, está claro que, independientemente del ángulo de incidencia considerado, las superficies externas texturizadas 4A ofrecen un mayor aumento de luminancia y, por lo tanto, una mejor eficiencia energética, que las superficies externas lisas. Esto es particularmente evidente cuando el ángulo de incidencia tiende hacia su valor máximo (80°), en relación con la normal al plano de textura teórico.

30 Estos resultados también muestran que, en el contexto de los diseños simétricos, las formas piramidales invertidas funcionan mejor que las formas prismáticas.

Para evaluar la influencia del perfil de textura de la superficie externa 4A en el rendimiento de la célula fotovoltaica 7, se lleva a cabo una cuarta prueba usando las diez muestras siguientes:

35 Una primera muestra “real” con una superficie externa lisa 4A, que sirve como una referencia (denominador) para calcular el aumento de luminancia,

40 Una segunda muestra “ideal” tiene una superficie externa texturizada 4A con un diseño simétrico “ideal” que tiene una forma piramidal invertida con una base cuadrada, un período de 2 mm y un ángulo de vértice de aproximadamente 90° (es decir, la suma de dos semiángulos de 45°),

45 Una tercera muestra “ideal” que tiene una superficie externa texturizada 4A con un diseño simétrico de forma prismática que tiene un período de 2 mm y un ángulo de vértice de aproximadamente 90°,

Una cuarta muestra “ideal” con una superficie externa texturizada 4A que tiene un diseño asimétrico con una forma semipiramidal invertida, con un período de 1 mm y un ángulo de vértice de aproximadamente 45°,

50 Una quinta muestra “ideal”, que tiene una superficie externa texturizada 4A con un diseño de medio prisma asimétrico, un período de 1 mm y un ángulo de vértice de aproximadamente 45°,

Una sexta muestra, denominada “real”, que tiene una superficie externa 4A texturizada con un diseño prismático simétrico, cuyo vértice es la suma de un semiángulo de 36,5° y un semiángulo de 34°,

55 Una séptima muestra, denominada “real”, que tiene una superficie externa 4A texturizada con un diseño prismático asimétrico, cuyo vértice es la suma de un ángulo grande de 45° y un ángulo pequeño de 15°,

Una octava muestra, denominada “real”, que tiene una superficie externa 4A texturizada con un diseño prismático asimétrico, cuyo vértice es la suma de un ángulo grande de 45° y un ángulo pequeño de 20°,

60 Una novena muestra, denominada “real”, que tiene una superficie externa 4A texturizada con un diseño prismático asimétrico, cuyo vértice es la suma de un ángulo grande de 45° y un ángulo pequeño de 25°,

65 Una décima muestra, denominada “real”, que tiene una superficie externa 4A texturizada con un diseño prismático asimétrico, cuyo vértice es la suma de un ángulo grande de 45° y un ángulo pequeño de 30°,

Para esta prueba, las muestras 2 a 5, denominadas muestras “ideales”, se simularon por computadora, ya que son difíciles de obtener en un contexto industrial. En vista de los procesos de texturizado actuales, por ejemplo, es difícil obtener un diseño con un valor de semiángulo igual a cero. Las simulaciones realizadas en estas muestras virtuales permiten llevar al límite las características técnicas estudiadas y los efectos técnicos resultantes. En particular, las condiciones de exposición a la luz se eligen para reproducir las condiciones habituales de luz solar de una fachada acristalada vertical lo más fielmente posible.

Las muestras 1 y 6 a 10, que se denominan “reales”, se fabricaron en Mannheim (Alemania) antes de instalarse en la ciudad de Colonia (Alemania) en fachadas (paredes verticales) orientadas al norte, sur, este y oeste, respectivamente. Los diseños prismáticos se orientaron entonces horizontalmente. A continuación, se realizaron mediciones del flujo luminoso transmitido a la célula fotovoltaica durante un período de exposición de un año. Los valores de flujo medidos/simulados, cuando se comparan con el valor de referencia obtenido con una superficie lisa, se pueden usar para deducir el aumento de luminancia en la transmisión asociada con el uso de estos diseños de texturización particulares.

En el contexto del montaje en fachada de las muestras 4, 5 y 7 a 10, todas las cuales presentan una textura de superficie externa con un diseño asimétrico, los diseños están dispuestos de modo que la cara del diseño asimétrico definido por el ángulo pequeño mire sustancialmente hacia arriba, como se muestra en la figura 9. Este tipo de orientación permite limitar las pérdidas por reflejo que pueden estar relacionadas con la incapacidad de atrapar los rayos incidentes en determinadas condiciones de iluminación.

Para ilustrar este fenómeno, tal orientación de diseño asimétrica, que se muestra en la figura 9, se compara con una orientación opuesta, que se muestra en la figura 10, en donde la cara del diseño definida por el ángulo pequeño está orientada sustancialmente hacia abajo. El curso (aproximado) de los rayos solares incidentes para cada una de estas dos figuras muestra las pérdidas de luz adicionales que pueden producirse en el reflejo, en el caso de una orientación hacia abajo del ángulo pequeño (figura 10). El corolario de este aumento del reflejo de la luz es que se reduce el flujo transmitido a la célula fotovoltaica, lo que a su vez reduce el rendimiento de la célula.

Los resultados obtenidos mediante medición y/o simulación por ordenador se expresan como un porcentaje (%) en la Tabla 3 a continuación.

Tabla 3

	Flujo transmitido (% de aumento/vidrio plano)	
	Pared norte/sur	Pared este/oeste
<Muestra 1> Real - superficie externa lisa - Referencia	1	1
<Muestra 2> Ideal - diseño piramidal simétrico - 45°/45°	12,2	8,9
<Muestra 3> Ideal - diseño prismático simétrico - 45°/45°	9,9	6,1
<Muestra 4> Ideal - diseño piramidal simétrico invertido - 45°/0°	15,5	12,8
<Muestra 5> Ideal - diseño prismático asimétrico - 45°/0°	16,9	13,9
<Muestra 6> Real - diseño prismático simétrico - 36,5°/34°	9,3	5,6
<Muestra 7> Real - diseño prismático asimétrico - 45°/15°	14,6	12,2
<Muestra 8> Real - diseño prismático asimétrico - 45°/20°	14,1	11,6
<Muestra 9> Real - diseño prismático asimétrico - 45°/25°	13,1	10,5
<Muestra 10> Real - diseño prismático asimétrico - 45°/30°	12,3	9,3

Tabla 3 - Variación relativa del flujo transmitido a la célula fotovoltaica, según la texturización de la superficie exterior

Los valores estimados de las muestras “ideales” llevan a varias conclusiones:

- Adoptar diseños asimétricos (muestras 4 y 5) da como resultado un mucho mejor rendimiento de transmisión de luz en comparación con las texturas con diseños simétricos (muestras 2 y 3). En el caso de diseños prismáticos asimétricos (muestra 5), el aumento de transmisión es, por lo tanto, un 4,7 % mayor que la obtenida con diseños prismáticos simétricos.

- Los diseños prismáticos asimétricos (muestra 5) ofrecen un mejor rendimiento que los diseños piramidales invertidos asimétricos (muestra 4). Por lo tanto, la diferencia de aumento se sitúa entre el 1 y el 1,5 %.

- El aumento teórico que se puede lograr con las denominadas texturas asimétricas “ideales” es muy alto, oscilando entre el 14 y el 17 %.

Las mediciones realizadas en muestras “reales” llevan a varias conclusiones:

- El aumento de luminancia de transmisión aumenta con la asimetría del diseño (muestras 10 a 7).

5 - Todos los resultados obtenidos con texturas asimétricas reales son mejores que los obtenidos con texturas simétricas, incluso cuando estas últimas se simulan sobre la base de valores "ideales". Si se hiciera una comparación entre muestras reales con texturas asimétricas y simétricas, las diferencias en el aumento de transmisión serían aún mayores.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Instalación fotovoltaica (8) que es adecuada para integrarse en el edificio y comprende al menos una célula fotovoltaica (7) fabricada de silicio, siendo la instalación fotovoltaica de tal modo que comprende un elemento (1) estratificado transparente o translúcido que comprende al menos una capa exterior inferior (2) que está destinada a orientarse hacia el interior del edificio, y una capa exterior superior (4) que está destinada a orientarse hacia el exterior del edificio, formando cada una de las capas exteriores (2, 4) una superficie principal exterior (2A, 4A) del elemento estratificado (1) y consistiendo en materiales dieléctricos, el elemento estratificado (1) comprende además un ensamblaje laminar (3) que se inserta entre las capas exteriores (2, 4) y está formado por al menos una capa intermedia (3K), siendo la capa intermedia (3K) una capa única que es una capa dieléctrica que tiene un índice de refracción (n_3) que es diferente del de las capas exteriores o una capa metálica, o una pila de capas (31, 32,..., 3k) que comprende al menos una capa dieléctrica que tiene un índice de refracción que es diferente del de las capas exteriores o de una capa metálica, cada superficie (S0, S1,..., Sk) de contacto entre dos capas adyacentes del elemento estratificado, de las cuales una es dieléctrica y la otra es metálica o que son dos capas dieléctricas con diferentes índices de refracción, siendo texturizadas y preferiblemente paralelas a las otras superficies (S0, S1,..., Sk) de contacto, estando la célula fotovoltaica (7) dispuesta debajo o integrada en la capa exterior inferior (2), **caracterizada por que** la capa exterior inferior (2) tiene un índice de refracción (n_2) que está entre el índice de refracción (n_4) de la capa exterior superior (4) y el índice de refracción (n_7) de la célula fotovoltaica (7), siendo el índice de la célula fotovoltaica el del silicio, y cumple con la fórmula: $n_2 \geq n_4 + (n_7 - n_4)/3$

2. Instalación fotovoltaica (8) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el elemento estratificado (1) tiene, en todo el rango de longitud de onda de entre 300 nm y 1100 nm, una absorción de luz de menos de 30 %, preferiblemente menos de 25 %, preferiblemente menos de 20 %, preferiblemente menos de 15 %, preferiblemente menos de 10 % y preferiblemente menos de 5 %, y/o

un reflejo de menos de 30 %, preferiblemente menos de 25 %, preferiblemente menos de 20 % y preferiblemente menos de 10 %, y
más de 2,5 %, preferiblemente más de 5 %.

3. La instalación fotovoltaica (8) según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada por que** el ensamblaje laminar (3) está formado por una pluralidad de capas intermedias (31, 32, ..., 3K) y tiene un reflejo en al menos dos regiones adyacentes (A, B, C, D) cuyos colores son distintos entre sí.

4. La instalación fotovoltaica (8) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** al menos una capa intermedia (3K) se obtiene mediante pulverización catódica asistida por campo magnético ("pulverización catódica con magnetron") y/o **por que** al menos una capa intermedia (3K) se obtiene mediante serigrafía.

5. La instalación fotovoltaica (8) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** la capa exterior superior (4) está destinada a orientarse hacia 0,8 mm, preferiblemente más que el exterior del edificio, y comprende una superficie exterior texturizada (4A), cuya profundidad promedio es preferiblemente más de 0,8 mm, preferiblemente más de 0,9 mm, preferiblemente más de 1,0 mm, preferiblemente más de 1,1 mm, preferiblemente más de 1,2 mm, preferiblemente menos de 1,5 mm, y preferiblemente menos de 1,3 mm.

6. La instalación fotovoltaica (8) según la reivindicación 5, que se monta preferiblemente sobre un techo, **caracterizada por que** la superficie exterior texturizada (4A) tiene un diseño simétrico, por ejemplo, una forma prismática, preferiblemente una forma piramidal invertida.

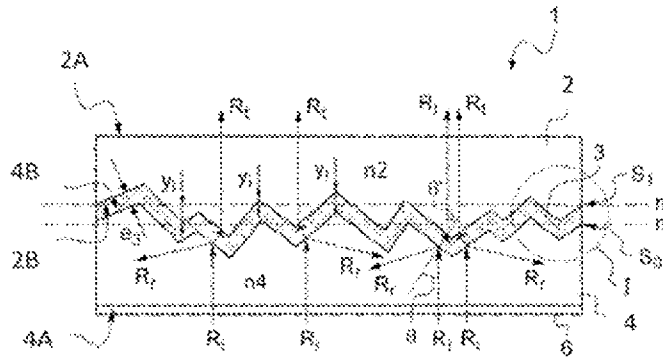
7. Instalación fotovoltaica (8) según la reivindicación 6, **caracterizada por que** la textura de la superficie exterior (4A) tiene un diseño simétrico de forma piramidal invertida que tiene un ángulo de vértice de entre 80° y 100°, y/o cuyo círculo teórico más pequeño que puede contener la base de los patrones tiene un diámetro de entre 1,0 y 5,0 mm, preferiblemente entre 1,5 y 4,0 mm, preferiblemente entre 2,0 y 3,5 mm, y preferiblemente entre 2,4 y 3,0 mm.

8. La instalación fotovoltaica (8) según la reivindicación 5, preferiblemente para montar sobre una fachada, **caracterizada por que** la superficie exterior texturizada (4A) tiene un diseño asimétrico, por ejemplo, una forma piramidal invertida, preferiblemente una forma prismática.

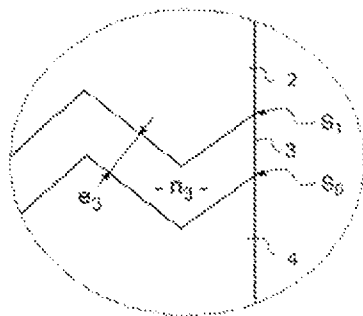
9. La instalación fotovoltaica (8) según la reivindicación 8, **caracterizada por que** la textura de la superficie exterior (4A) tiene un diseño asimétrico que tiene un gran ángulo de vértice de entre 20° y 70°, preferiblemente entre 30° y 60°, preferiblemente entre 35° y 55°, preferiblemente entre 40° y 50°, y preferiblemente entre 43° y 47°, y/o que tiene un ángulo pequeño de menos de 30°, preferiblemente menos de 25°, preferiblemente menos de 20°, preferiblemente menos de 15°, preferiblemente menos de 10°, y preferiblemente menos de 5°.

- 5
10. Instalación fotovoltaica (8) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por que** comprende al menos una capa antirreflectante (6) en la interfaz entre la superficie de la célula fotovoltaica (7) que está destinada a orientarse hacia el exterior del edificio y la capa exterior inferior (2), y/o sobre la superficie exterior (4A) de la capa exterior superior (4).
- 10
11. Montaje de al menos una instalación fotovoltaica (8) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 en un edificio.
- 15
12. Montaje en un edificio según la reivindicación 11, **caracterizado por que** se lleva a cabo sobre un techo según una orientación angular de entre 25 y 40°, preferiblemente entre 30 y 35°, con respecto a la horizontal en dirección sur, preferiblemente usando una instalación fotovoltaica (8) según la reivindicación 5 o la reivindicación 6.
- 20
13. Montaje en un edificio según la reivindicación 11, **caracterizado por que** se lleva a cabo sobre una fachada, preferiblemente al nivel de una enjuta, usando preferiblemente una instalación fotovoltaica (8) según la reivindicación 8, que está dispuesta de modo que la cara del diseño asimétrico, que se define por el ángulo pequeño, esté sustancialmente orientada hacia arriba.
- 25
14. Método para fabricar una instalación fotovoltaica (8) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** comprende disponer la célula fotovoltaica (7) por debajo del elemento estratificado (1), o integrarla dentro de la capa exterior inferior (2).
- 30
15. Uso de una instalación fotovoltaica (8) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que está montada en un edificio según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13 para producir energía eléctrica.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

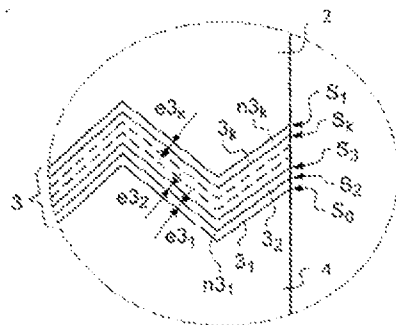
[Figura 1]



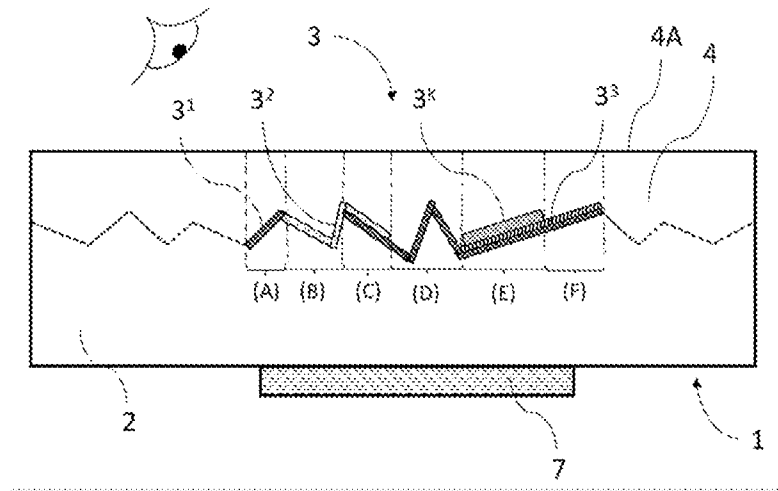
[Figura 2]



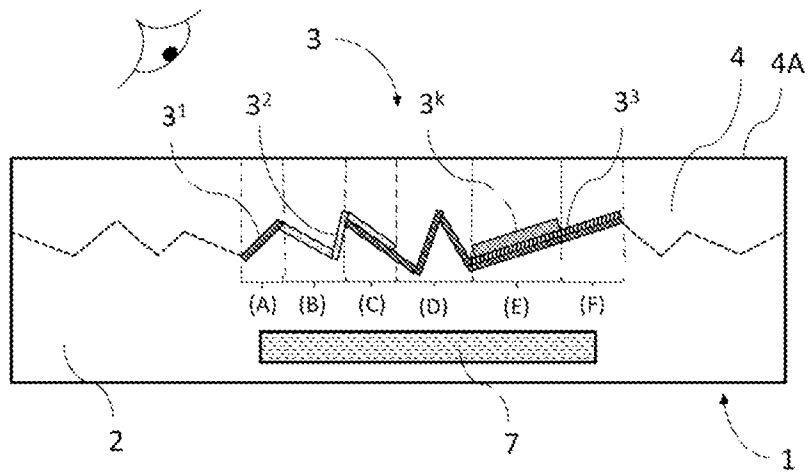
[Figura 3]



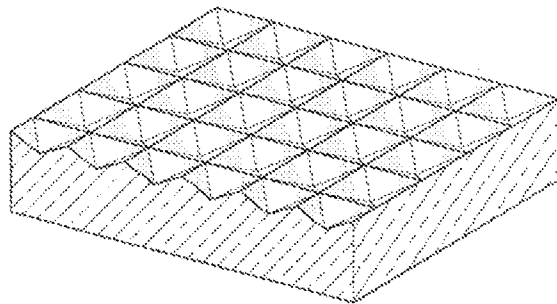
[Figura 4]



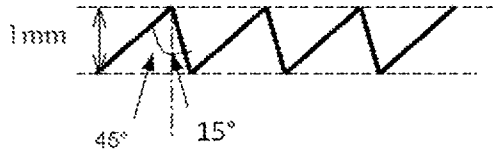
[Figura 5]



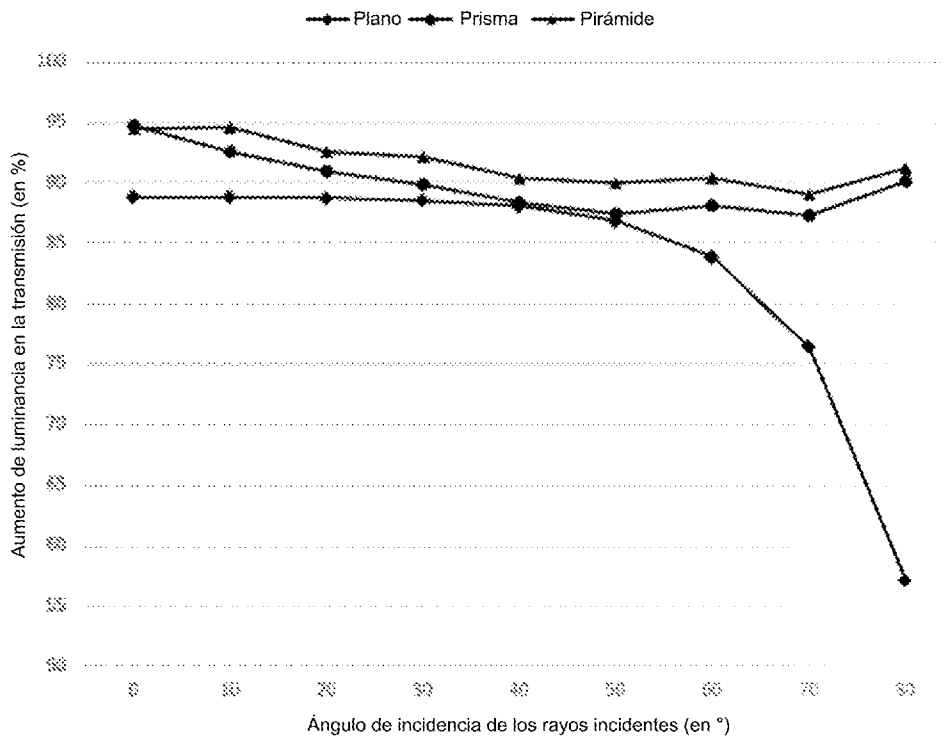
[Figura 6]



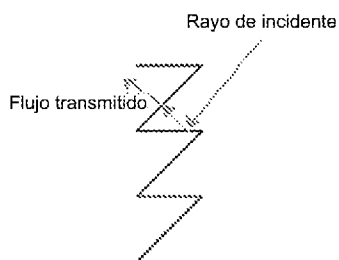
[Figura 7]



[Figura 8]



[Figura 9]



[Figura 10]

