

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 966**

21 Número de solicitud: 201390048

51 Int. Cl.:

H01L 31/054 (2014.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

02.11.2011

30 Prioridad:

03.11.2010 US 61/409,589

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.03.2014

71 Solicitantes:

**ABENGOA SOLAR PV INC. (100.0%)
11500 W. 13th Ave
80215 -Lakewood CO Colorado US**

72 Inventor/es:

**POWELL, David;
ALERS, Glenn y
OLSON, Jeremy**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

54 Título: **Aparato concentrador solar luminiscente, procedimiento y aplicaciones**

57 Resumen:

Aparato concentrador solar luminiscente, procedimiento y aplicaciones.

Un aparato concentrador solar luminiscente incluye un sustrato ópticamente transparente y una capa de material fotovoltaico al menos parcialmente embebida dentro de una capa de material encapsulante ópticamente transparente que contacta el sustrato ópticamente transparente. Una capa de material luminiscente también contacta la capa de material encapsulante ópticamente transparente. Generalmente, el aparato concentrador solar luminiscente proporciona que la capa de material luminiscente no se encuentre dentro de la trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico.

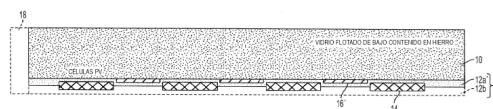


FIG. 2

DESCRIPCIÓN

Aparato concentrador solar luminiscente, procedimiento y aplicaciones

Referencia cruzada a solicitud relacionada

5 Esta solicitud se refiere a, y deriva prioridad de la solicitud de patente provisional de los EE. UU. con número de serie 61/409,589, presentada el 3 de noviembre 2010, y titulada Luminescent Solar Concentrator Apparatus, Method and Applications, cuyo contenido se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

Antecedentes

Campo de la invención

10 Las realizaciones se refieren, en general, a la conversión de energía fotovoltaica. Más en particular, las realizaciones se refieren a aparatos concentradores solares luminiscentes y a procedimientos dentro del contexto de conversión de energía fotovoltaica.

Descripción de la técnica relacionada

15 Durante varias décadas se han empleado aparatos concentradores solares luminiscentes como medio para reducir los costes de los sistemas de conversión de energía fotovoltaica. Para este fin, los aparatos concentradores solares luminiscentes proporcionan un medio eficaz para recoger la radiación solar incidente por encima de áreas de superficie grandes y para guiar la radiación solar incidente sobre células fotovoltaicas de área de superficie mucho más pequeña para su conversión en electricidad.

20 Un panel de un aparato concentrador solar luminiscente típico es, en general, de la forma de una ventana o placa de proporción de aspecto alta, plana (x , y >> grosor, z). El panel del aparato concentrador solar luminiscente puede consistir en, o de forma alternativa comprender, un material luminiscente, normalmente en un aglutinante o vehículo al menos parcialmente transparente. El material luminiscente absorbe la radiación solar incidente y a continuación reirradia radiación luminiscente a una longitud de onda diferente para su captura y conversión por una célula fotovoltaica.

25 Dentro de un aparato concentrador solar luminiscente, una mayoría de la radiación luminiscente reirradiada se refleja de forma totalmente interna desde las superficies internas grandes (x , y), como se conoce en la técnica, hasta que la radiación luminiscente reirradiada incide sobre la célula fotovoltaica. No obstante, la luz que se pierde a través de las superficies x , y , o se reabsorbe por el material luminiscente, o no es incidente de otro modo sobre la célula fotovoltaica, no se convierte en electricidad. Dichas pérdidas de conversión pueden ser significativas y costosas.

30 Por tanto, son deseables aparatos concentradores solares luminiscentes y procedimientos que proporcionen pérdidas de radiación solar incidente minimizadas y una conversión de radiación solar incidente maximizada dentro del contexto de los aparatos concentradores solares luminiscentes y procedimientos.

Sumario

35 Las realizaciones incluyen una pluralidad de aparatos concentradores solares luminiscentes y un procedimiento relacionado para fabricar la pluralidad de aparatos concentradores solares luminiscentes. Más en general, los aparatos concentradores solares luminiscentes de acuerdo con las realizaciones incluyen una capa de material fotovoltaico y una capa de material luminiscente situadas por encima de un sustrato transparente, en los que la capa de material luminiscente no está dentro de una trayectoria óptica incidente a través del sustrato transparente a la capa de material fotovoltaico. Realizaciones más específicas de los aparatos concentradores solares luminiscentes de acuerdo con las realizaciones comprenden una capa de material fotovoltaico situada al menos parcialmente incrustada dentro de una capa de material encapsulante ópticamente transparente que a su vez está en contacto con un sustrato ópticamente transparente para proporcionar una trayectoria óptica incidente a la capa de material fotovoltaico a través de al menos el sustrato ópticamente transparente, y típicamente también la capa de material encapsulante ópticamente transparente. Los aparatos concentradores solares luminiscentes de acuerdo con las realizaciones más específicas también incluyen una capa de material luminiscente situada en contacto con la capa de material encapsulante ópticamente transparente, pero no dentro de la trayectoria óptica incidente a la capa de material fotovoltaico a través de al menos el sustrato ópticamente transparente, y típicamente también la capa de material encapsulante ópticamente transparente.

50 Por tanto, un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones proporciona: (1) conversión fotovoltaica de radiación solar directamente incidente sobre una capa de material fotovoltaico (es decir, de forma alternativa una célula fotovoltaica de bandas o una célula fotovoltaica de rejilla) sin pasar a través de una capa de material luminiscente dentro de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones; (2) conversión fotovoltaica de radiación solar incidente reflejada de forma totalmente interna incidente sobre una capa de material fotovoltaico dentro de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones; y (3)

conversión fotovoltaica de radiación luminiscente reflejada de forma totalmente interna incidente sobre una capa de material fotovoltaico dentro de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones.

5 Un aparato concentrador solar luminiscente particular de acuerdo con las realizaciones incluye un sustrato ópticamente transparente. Este aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material fotovoltaico situada por encima del sustrato ópticamente transparente. Este aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material luminiscente situada también por encima del sustrato ópticamente transparente. Dentro del aparato concentrador solar luminiscente, la capa de material luminiscente no está dentro de una trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico.

10 Otro aparato concentrador solar luminiscente particular de acuerdo con las realizaciones incluye un sustrato ópticamente transparente. Este aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material fotovoltaico situada al menos parcialmente encapsulada dentro de una capa de material encapsulante ópticamente transparente situada por encima del sustrato ópticamente transparente. Este aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material luminiscente situada en contacto con la capa de material encapsulante ópticamente transparente y no dentro de una trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico.

20 Otro aparato concentrador solar luminiscente particular más de acuerdo con las realizaciones incluye un sustrato ópticamente transparente. Este otro aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material fotovoltaico situada encapsulada dentro de una capa de material encapsulante ópticamente transparente situada por encima de un lado del sustrato ópticamente transparente. Este otro aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material luminiscente situada por encima de un lado de la capa de material encapsulante ópticamente transparente opuesta al sustrato ópticamente transparente.

25 Otro aparato concentrador solar luminiscente particular más de acuerdo con las realizaciones incluye un sustrato ópticamente transparente. Este otro aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material fotovoltaico situada al menos parcialmente encapsulada dentro de una capa de material encapsulante ópticamente transparente situada por encima de un lado del sustrato ópticamente transparente. Este otro aparato concentrador solar luminiscente particular también incluye una capa de material luminiscente situada interpuesta entre el sustrato ópticamente transparente y la capa de material encapsulante ópticamente transparente y no dentro de una trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico.

35 Un procedimiento para fabricar un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones incluye formar por encima de un sustrato ópticamente transparente una capa de material encapsulante ópticamente transparente que incluye una capa de material fotovoltaico al menos parcialmente encapsulada dentro de la capa de material encapsulante ópticamente transparente. Este procedimiento particular también incluye formar por encima del sustrato ópticamente transparente una capa de material luminiscente que no esté situada en una trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico.

40 Dentro del contexto de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, el uso de la terminología "por encima" está destinado a indicar una situación relativa de una capa o estructura por abajo o bien por arriba de otra capa o estructura con la posibilidad, pero no el requisito, de que las dos capas o estructuras particulares estén en contacto. Por el contrario, el uso de la terminología "sobre" está destinado a indicar la situación relativa de una capa o estructura por abajo o bien por arriba de otra capa o estructura, y además incluye el requisito de que las dos capas o estructuras particulares estén en contacto. Además, dentro del contexto de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, el uso de la terminología "interpuesta" está destinado a indicar una situación relativa de una capa o estructura entre al menos otras dos capas o estructuras con la posibilidad, pero no el requisito, de que cualquiera de dos o más de las capas o estructuras estén en contacto.

45 Dentro del contexto de las definiciones anteriores de "por encima" y "sobre", la siguiente descripción contempla, por ejemplo, que se pueda fabricar un aparato concentrador solar luminiscente en una disposición (es decir, comenzando con un sustrato ópticamente transparente como sustrato base por encima o sobre el que se sitúan y se forman capas y estructuras adicionales) y que se pueda girar 180 grados en una disposición opuesta en su uso para proporcionar que el sustrato ópticamente transparente proporcione una superficie expuesta para una radiación solar incidente cuya conversión fotovoltaica se desea.

Breve descripción de los dibujos

55 Los objetivos, características y ventajas de las realizaciones se entienden dentro del contexto de la Descripción detallada de las realizaciones, como se expone a continuación. La Descripción detallada de las realizaciones se entiende dentro del contexto de los dibujos adjuntos, que forman una parte material de esta divulgación, en los que:

La FIG. 1A muestra un diagrama de vista de sección transversal esquemático de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con una primera realización.

La FIG. 1B muestra un diagrama de vista en planta del aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización.

La FIG. 2 muestra un diagrama de vista de sección transversal esquemático de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con una segunda realización.

- 5 La FIG. 3A muestra un diagrama de vista de sección transversal esquemático que ilustra consideraciones de reflexión interna total dentro de un aparato concentrador solar luminiscente no de acuerdo con las realizaciones.

La FIG. 3B muestra un diagrama de vista de sección transversal esquemático que ilustra consideraciones de reflexión interna total dentro de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones.

Descripción detallada de las realizaciones

- 10 Las realizaciones, que incluyen una pluralidad de aparatos concentradores solares luminiscentes, y un procedimiento relacionado para fabricar la pluralidad de aparatos concentradores solares luminiscentes, se entienden dentro del contexto de la descripción detallada, como se expone a continuación. La descripción detallada, como se expone a continuación, se entiende dentro del contexto de los dibujos descritos a continuación. Puesto que los dibujos están destinados para propósitos ilustrativos, los dibujos no están necesariamente dibujados a escala.

- 15 La FIG. 1A muestra un diagrama de vista de sección transversal esquemático de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con una primera realización.

Este aparato concentrador solar luminiscente particular de acuerdo con la primera realización comprende en un primer ejemplo un sustrato transparente 10. Una capa de material encapsulante 12 (que comprende una primera subcapa de material encapsulante 12a y una segunda subcapa de material encapsulante 12b) se sitúa y se forma por encima de y en contacto con un lado del sustrato transparente 10. Incorporada dentro de la capa de material encapsulante 12 e interpuesta entre y en contacto con la primera subcapa de material encapsulante 12a y la segunda subcapa de material encapsulante 12b está una pluralidad de capas de material fotovoltaico 14 (es decir, teniendo cada una, una anchura W plana con respecto al sustrato transparente 10) que están destinadas como capas de material fotovoltaico individuales como célula fotovoltaicas, o bien una única célula fotovoltaica de capa de material fotovoltaico interconectada. La FIG. 1 también muestra una capa de material luminiscente 16 situada y formada por encima de y en contacto con un lado de la capa de material encapsulante 12 opuesta al sustrato transparente 10, y la FIG. 1A también muestra una capa de barrera opcional 17 situada y formada por encima de y en contacto con un lado de la capa de material luminiscente 16 opuesta a la capa de material encapsulante 12. Finalmente, la FIG. 1A ilustra una dimensión T que está destinada como un grosor de un material reflectante de forma totalmente interna (es decir, capas de material reflectante de forma totalmente interna) situado por encima de las capas de material fotovoltaico 14 (es decir, esto típicamente se aproximará como un grosor del sustrato transparente 10, pero más específicamente dentro del contexto de la primera realización incluye un grosor del sustrato transparente 10 y una porción del grosor de la primera subcapa de material encapsulante 12a).

Para propósitos de referencia, la FIG. 1A también ilustra un haz ISR de radiación solar incidente que viaja a través del sustrato transparente 10 y una porción de la primera subcapa de material encapsulante 12a, pero no la capa de material luminiscente 16, para alcanzar la capa de material fotovoltaico 14. Como se destaca anteriormente, esta disposición geométrica operacional del aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones, en general, es opuesta a una disposición geométrica durante la fabricación.

Composiciones y materiales particulares de construcción para cada una de las capas y estructuras anteriores de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización se describen con mayor detalle a continuación.

En primer lugar, el sustrato transparente 10 comprende un material transparente que es transparente en particular a un espectro de radiación incidente (es decir, normalmente radiación solar incidente) cuya cantidad se desea concentrar usando el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización, diagrama de vista de sección transversal esquemática que se ilustra en la FIG. 1A. Comúnmente, el sustrato transparente 10 puede comprender un material de sustrato transparente inorgánico, tal como, pero sin limitarse a, un vidrio, y en particular un vidrio de silicato. De forma alternativa, el sustrato transparente 10 puede comprender un material de sustrato transparente orgánico, tal como, pero sin limitarse a, un material de sustrato transparente orgánico de polímero orgánico de lámina de polímero de poli(metacrilato de metilo) (PMMA). Típica y preferentemente, el sustrato transparente 10 comprende un material de sustrato transparente de vidrio, tal como, pero sin limitarse a, material de sustrato transparente de vidrio de silicato, que tiene un grosor de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 milímetros, y más preferentemente de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 milímetros.

A continuación, la capa de material encapsulante 12 (es decir, que incluye más en particular la primera subcapa de material encapsulante 12a y la segunda subcapa de material encapsulante 12b) comprende un material encapsulante consistente con una fácil fabricación del aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A. Tal material encapsulante es también preferiblemente ópticamente

transparente a un espectro de radiación incidente cuya cantidad se desea concentrar mientras se usa el aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama de vista de sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 1A. Aunque otros materiales encapsulantes no están excluidos dentro de las realizaciones, la capa de material encapsulante 12 típica y ventajosamente comprende un material encapsulante de polímero orgánico que posee la claridad y transparencia óptica deseable. Los materiales encapsulantes de polímero orgánico comunes incluyen, pero no se limitan a, materiales encapsulantes de polímero orgánico de etileno-acetato de vinilo (EVA), materiales encapsulantes de polímero orgánico de poli(butirato de vinilo) (PVB) y materiales encapsulantes de polímero orgánico de poliolefina (es decir, tales como, pero sin limitarse a, materiales encapsulantes de polímero orgánico de polietileno y materiales encapsulantes de polímero orgánico de polipropileno), aunque otros materiales encapsulantes de polímero orgánico no están excluidos. Típicamente, la capa de material encapsulante 12 comprende un material encapsulante de polímero orgánico de etileno-acetato de vinilo que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 milímetros y más preferentemente de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 1 milímetros, en la que la primera subcapa de material encapsulante 12a y la segunda subcapa de material encapsulante 12b tiene un grosor de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 milímetros y más preferentemente de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 1 milímetros.

Dentro de esta primera realización, la capa de material encapsulante 12b en particular puede comprender una material encapsulante de barrera de humedad y corrosión con respecto a las capas de material fotovoltaico 14. De forma alternativa, la capa de material luminiscente 16 o la capa de barrera adicional 17 situada y formada por encima de y en contacto con la capa de material luminiscente 16 también puede comprender el material de barrera de humedad y corrosión con respecto a las capas de material fotovoltaico 14.

A continuación, las capas de material fotovoltaico 14 pueden comprender cualquiera de los diversos materiales fotovoltaicos. Los materiales fotovoltaicos comunes de los que pueden estar compuestas las capas de material fotovoltaico 14 incluyen materiales fotovoltaicos de silicio, así como cualquiera de los diversos otros tipos de materiales fotovoltaicos (es decir, materiales fotovoltaicos de cobre, indio, galio, selenio, y arseniuro de galio; así como materiales fotovoltaicos orgánicos). Típicamente, las capas de material fotovoltaico 14 comprenden un material fotovoltaico de silicio que tiene un grosor de aproximadamente 0,02 a aproximadamente 5 milímetros, más preferentemente de aproximadamente 0,02 a aproximadamente 2 milímetros y lo más preferentemente de aproximadamente 0,02 a aproximadamente 1 milímetro.

Como se entiende por un experto en la técnica, las capas de material fotovoltaico 14 pueden estar dispuestas y totalmente incrustadas dentro de la capa de material encapsulante 12 e interpuestas entre el sustrato transparente 10 y la capa de material luminiscente 16 en cualquiera de las diversas disposiciones geométricas. Dichas disposiciones geométricas pueden incluir, pero no se limitan necesariamente a, una disposición de cristal de ventana como se analiza a continuación dentro del contexto de la descripción de la FIG. 1B.

La capa de material luminiscente 16 comprende al menos un material luminiscente. Un material luminiscente de este tipo se puede seleccionar del grupo de cualquiera de los diversos materiales luminiscentes que son generalmente convencionales, así como materiales luminiscentes que son generalmente de otro modo no convencionales. Típicamente, la capa de material luminiscente 16 comprende un material luminiscente de colorante luminiscente orgánico, o un material luminiscente alternativo que está disperso o disuelto en un material aglutinante adecuado, que puede incluir, pero no se limita necesariamente a, material aglutinante de poli(metacrilato de metilo) (PMMA). Típicamente, la capa de material luminiscente 16 tiene un grosor de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 3 milímetros, y más preferentemente 0,1 a aproximadamente 2 milímetros cuando comprende el material de colorante luminiscente orgánico dispersado o disuelto en el material aglutinante adecuado. Sin embargo, de acuerdo con otra descripción a continuación, dentro de las realizaciones también son viables materiales luminiscentes alternativos, tales como pero sin limitarse a materiales luminiscentes de polímero semiconductor. Dichos materiales luminiscentes de polímero semiconductor se pueden aplicar a un grosor en un intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 200 micrómetros, proporcionando así un intervalo de grosor extendido para la capa de material luminiscente 16 de aproximadamente 10 micrómetros a aproximadamente 3 milímetros.

De acuerdo con varios aspectos no limitantes consistentes con lo anterior, de forma alternativa, el material luminiscente absorbente de radiación solar incidente dentro de la capa de material luminiscente 16 puede estar en forma de puntos cuánticos o un material de polímero luminiscente, y en particular un material de polímero semiconductor luminiscente. Bajo estas circunstancias, una película de material de polímero semiconductor luminiscente debe ser lo suficientemente gruesa para absorber la mayoría de la radiación solar incidente, incidente por encima del aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A dentro del espectro de absorción de polímero semiconductor después de que una o dos pasen a través de la película de material de polímero semiconductor.

De forma ventajosa, la capa de material luminiscente 16 absorbe de forma deseable cualquier intervalo de longitudes de onda disponibles en el espectro solar, y un material luminiscente dentro de la capa de material luminiscente 16 debe tener un rendimiento cuántico de fluorescencia de más de un 50%, con poca superposición entre el espectro de absorción y el espectro de fluorescencia (es decir, no mayor de aproximadamente un 10 por ciento del área superpuesta con respecto al área máxima de absorción o bien al área máxima de fluorescencia). De forma deseable, las capas de material fotovoltaico 14 como células fotovoltaicas pueden coincidir para responder de forma

fotovoltaicamente óptima al intervalo de longitud de onda de fluorescencia del material luminiscente dentro de la capa de material luminiscente 16.

5 Con respecto a los polímeros semiconductores luminiscentes, y a diferencia de los colorantes luminiscentes que se pueden usar dentro del aparato concentrador solar luminiscente y que, en general, están protegidos contra el oxígeno y el agua, y que se deben diluir debido a la autodesactivación, muchos polímeros semiconductores luminiscentes no se autodesactivan. Por tanto, se puede lograr una absorción óptica alta a partir de una película fina de un material de polímero semiconductor luminiscente como una capa de material luminiscente 16. Típicamente, los polímeros semiconductores luminiscentes también tienen un espectro de absorción más amplio en comparación con un espectro de absorción de colorante luminiscente, lo que incrementa de este modo la fracción de radiación solar absorbida, y típicamente además los polímeros semiconductores luminiscentes tienen un desplazamiento de Stoke mayor, lo que reduce de este modo la autoabsorción.

10 En varios aspectos no limitantes, un polímero semiconductor luminiscente para su uso como material luminiscente dentro de una capa de material luminiscente 16 se puede seleccionar de una clase de polímeros conjugados con un rendimiento cuántico de fotoluminiscencia que se derivan de benzotiazol, flúor carbazol, fenileno, fenilvinileno, tiofeno y materiales relacionados. Estos polímeros incluyen polifluorenos, polivinilfenileno, polipentafenileno, polifluorenileno, polifeniletinileno, polifluorenileno, y politiofenos. Otros materiales luminiscentes que se pueden usar dentro de la capa de material luminiscente 16 pueden incluir Lumogen F Red305 (BASF), Exciton, colorantes láser, colorantes IR, colorantes fluorescentes anisótropos, y otros conocidos en la técnica.

15 Además, como se entiende por un experto en la técnica, y como se analiza además a continuación, los materiales luminiscentes a partir de los que se comprende o a partir de los que consiste la capa de material luminiscente 16 se pueden mezclar a concentraciones muy específicas para optimizar las características de absorción y emisión, o de forma alternativa para ajustar una longitud de onda, para coincidir con una composición de célula fotovoltaica particular o para un color específico en la construcción de aplicaciones fotovoltaicas integradas en edificios (BIPV) (es decir, tales como pero sin limitarse a ventanas, tejas y persianas sobre las que puede incidir la radiación solar). Además, con respecto a dicha coincidencia de color, las realizaciones también contemplan el uso de un colorante no luminiscente adicional dentro de la capa de material luminiscente o alguna otra capa dentro del aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A, o de forma alternativa algún filtro de color adicional que se puede proporcionar como una capa separada o componente separado adicional.

20 Finalmente, la capa de barrera opcional 17 puede comprender cualquiera de varios materiales de barrera destinados a proporcionar protección de humedad y corrosión a las capas de material fotovoltaico 14, así como los materiales luminiscentes dentro de la capa de material luminiscente 16. Para este fin, la capa de barrera 17 puede comprender materiales de barrera incluyendo pero sin limitarse a materiales de barrera de poli(metacrilato de metilo). Típica y preferentemente, la capa de barrera 17 comprende un material de barrera de poli(metacrilato de metilo) que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 milímetros.

25 La FIG. 1A muestra un diagrama de vista de sección transversal esquemático de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con una primera realización particular. Un aparato concentrador solar luminiscente de este tipo de acuerdo con la primera realización permite una captura eficaz de radiación solar incidente directamente en la medida en que no haya material absorbente de luz (es decir, ninguna capa de material luminiscente 16) situado y formado interpuesta entre una fuente de radiación solar (es decir, situada por encima de una superficie expuesta del sustrato ópticamente transparente 10) y una capa de material fotovoltaico 14 dentro del aparato concentrador solar luminiscente. Además, debido a la presencia de la subcapa de material encapsulante 12b y la capa de material luminiscente 16 sobre la parte posterior del aparato concentrador solar luminiscente, el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con esta realización particular también puede proporcionar protección ambiental adicional como una capa de barrera con respecto a las capas de material fotovoltaico 14.

30 Como se entiende por un experto en la técnica, el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A también recoge en las capas de material fotovoltaico 14 radiación adicional a través de reflexión interna total (es decir, interpuesta entre las superficies externas del sustrato transparente 10 y la capa de material luminiscente 16 o capa de barrera opcional 17) con respecto tanto a: (1) radiación solar incidente por encima de la superficie expuesta del sustrato transparente 10; como a (2) radiación luminiscente que se emite a partir de un material luminiscente que está incluido dentro de la capa de material luminiscente 16.

35 La FIG. 1B muestra un diagrama de vista en planta esquemático de un aparato concentrador solar luminiscente que corresponde con el aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama en sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 1A. La FIG. 1B muestra el sustrato ópticamente transparente 10 como una capa de superficie, con una única rejilla que comprende una única capa de material fotovoltaico 14. Expuesta dentro de la única rejilla que comprende la única capa de material fotovoltaico 14 está una pluralidad de porciones expuestas de la capa de material encapsulante 12 que se parece a los cristales de ventana individuales.

El aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama en sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 1A y cuyo diagrama de vista en planta esquemático se ilustra en la FIG. 1B se puede fabricar usando cualquiera de

los varios procedimientos, incluyendo pero sin limitarse a procedimientos de recubrimiento, procedimientos de laminación y otros procedimientos de ensamblaje. Lo más típicamente, en particular, se puede empezar con un sustrato transparente 10 como sustrato base por encima y sobre el que se pueden fabricar capas y estructuras adicionales dentro de la primera realización del aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama de vista de sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 1A y cuyo diagrama de vista en planta esquemático se ilustra en la FIG. 1B. Después, una primera porción de la capa de material encapsulante 12 (es decir, la primera subcapa de material encapsulante 12a) se puede situar y formar sobre (es decir, en contacto con) el sustrato ópticamente transparente 10. Después, las capas individuales de material fotovoltaico 14 o una rejilla interconectada que comprende una única capa de material fotovoltaico 14 (es decir, como se ilustra dentro del diagrama de vista en planta esquemático de la FIG. 1B) se pueden situar, ensamblar y alinear sobre la primera porción de la capa de material encapsulante 12, junto con conexiones para proporcionar células fotovoltaicas de las capas de material fotovoltaico 14. Después, una segunda porción de la capa de material encapsulante 12 (es decir, la segunda subcapa de material encapsulante 12b) se puede laminar para las porciones expuestas de la primera porción de la capa de material encapsulante 12 y las capas de material fotovoltaico 14. Finalmente, a continuación, la capa de material luminiscente 16 se puede laminar o recubrir sobre la porción expuesta de la segunda porción de la capa de material encapsulante 12 y a continuación, la capa de barrera 17 se pueden laminar o recubrir sobre la porción expuesta de la capa de material luminiscente 16.

Como se entiende por un experto en la técnica, el aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama en sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 1A y cuyo diagrama de vista en planta esquemático se ilustra en la FIG. 1B proporciona un valor particular en la medida en que al menos alguna porción de radiación solar incidente viaje a través sólo de un sustrato ópticamente transparente 10 y una porción de una capa de material encapsulante ópticamente transparente 12 antes de ser capturada por una capa de material fotovoltaico 14. Además, dentro del aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A la segunda subcapa de material encapsulante 12b y la capa de material luminiscente 16 pueden proporcionar protección para las capas de material fotovoltaico 14 contra la humedad y la corrosión.

La FIG. 2 muestra un diagrama de vista de sección transversal esquemático de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con una segunda realización.

Dentro del aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la segunda realización como se ilustra dentro del diagrama de sección transversal esquemático de la FIG. 2, las capas y estructuras, en general, son similares a las capas y estructuras que se ilustran en el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A, pero con las siguientes excepciones. En primer lugar, una superficie superior e interfase de una capa de material encapsulante 12' (que en particular comprende una primera subcapa de material encapsulante 12a' y una segunda subcapa de material encapsulante 12b) con la superficie inferior del sustrato transparente 10 no es completamente plana como se ilustra dentro del diagrama de sección transversal esquemático de la FIG. 1A con respecto a la capa de material encapsulante 12. Además, la segunda porción de la capa de material encapsulante 12 (es decir, la subcapa de material encapsulante 12b) es opcional dentro de la segunda realización, pero cuando está presente proporciona protección de las capas de material fotovoltaico 14 contra la exposición ambiental y la corrosión. Además, el tamaño y la posición de la capa de material luminiscente 16 que se ilustra en la FIG. 1 se cambia para proporcionar en su lugar una pluralidad de capas de material luminiscente 16' situadas y formadas interpuestas verticalmente entre el sustrato transparente 10 y la capa de material encapsulante 12' (es decir, más en particular la subcapa de material encapsulante 12a'), y también interpuestas horizontalmente entre las capas de material fotovoltaico 14. Finalmente, el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la segunda realización como se ilustra dentro del diagrama de sección transversal esquemático de la FIG. 2 también muestra un reflector de borde 18 que se puede usar sobre cualquiera de los bordes del aparato concentrador solar luminiscente de la primera realización o bien de la segunda realización para proporcionar una reducción en la pérdida de luz y potenciar la conversión de luz.

La FIG. 2, por tanto, muestra un diagrama de sección transversal esquemático de un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con una segunda realización. De forma similar con el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A y en la FIG. 1B, el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la segunda realización como se ilustra en el diagrama de vista de sección transversal esquemático de la FIG. 2 proporciona una captura directa de radiación fotónica solar que es directamente incidente sobre una pluralidad de capas de material fotovoltaico 14 después de viajar a través sólo del sustrato transparente 10 y porciones seleccionadas de la primera subcapa de material encapsulante 12a' pero no de las capas de material luminiscente 16'. Además, el aparato concentrador solar luminiscente, cuyo diagrama en sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 2, también captura radiación solar reflejada de forma totalmente interna y radiación luminiscente reflejada de forma totalmente interna que se refleja de forma totalmente interna entre una superficie externa del sustrato ópticamente transparente 10 y la primera subcapa de material encapsulante 12a' o bien la segunda subcapa opcional de material encapsulante 12b.

El aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama en sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 2, en general, se puede fabricar usando procedimientos que, en general, son similares con los procedimientos usados para fabricar el aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama de vista de sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 1A y cuyo diagrama de vista en planta esquemático se ilustra en la FIG. 1B en la

medida en que se puede empezar con un sustrato transparente 10. Dentro de esta segunda realización, sin embargo, en lugar de usar una capa de material luminiscente 16 que comprende o que se destina al menos en parte como una capa de material de barrera, las capas de material luminiscente 16' se pueden serigrafiar, imprimir en huecograbado o pintar sobre el sustrato transparente 10 en un patrón deseado directamente sobre el sustrato transparente 10. De forma similar, después de laminar una subcapa de material encapsulante 12a' sobre el material compuesto resultante del sustrato transparente 10 y las capas de material luminiscente 16', las capas de material fotovoltaico 14 que de otro modo no se han modificado de la primera realización como se ilustra en la FIG. 1A y en la FIG. 1B se pueden ensamblar a la subcapa de material encapsulante 12a'. Y finalmente, como se ilustra con líneas discontinuas dentro de la FIG. 2, la segunda subcapa opcional de material encapsulante 12b que puede servir como barrera de corrosión, no está modificada de otro modo en su conformación o localización, pero, como se ilustra en la FIG. 2, es opcional, como se ilustra por la representación con líneas discontinuas.

Para un funcionamiento apropiado y óptimo del aparato concentrador solar luminiscente cuyo diagrama en sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 1A, cuyo diagrama de vista en planta esquemático se ilustra en la FIG. 1B o cuyo diagrama de sección transversal esquemático se ilustra en la FIG. 2, la anchura W (es decir, en un plano horizontal como se ilustra en la FIG. 1A) de la capa de material fotovoltaico 14 es de aproximadamente 2 veces a aproximadamente 10 veces el grosor T, y más preferentemente de aproximadamente 2 veces a aproximadamente 4 veces el grosor T (es decir, véase también la FIG. 1A) de material reflectante de forma totalmente interna situado por encima de una capa de material fotovoltaico 14, como se ilustra en la FIG. 1A. En general, una anchura W de este tipo se puede calcular fácilmente a partir de los grosores divulgados anteriormente o medidos para el sustrato transparente 10 y, según sea necesario, la capa de material encapsulante 12 o subcapas de material encapsulante relacionadas 12a y 12b, según sea apropiado.

Además, típicamente, un aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones tiene una cobertura de área de capa de material fotovoltaico 14 de aproximadamente un 2 a aproximadamente un 50 por ciento por área del sustrato transparente 10.

La FIG. 3A y la FIG. 3B muestran una pluralidad de construcciones de aparato concentrador solar luminiscente que ilustran la justificación para la selección de la anchura W de la capa de material fotovoltaico 14 anterior con respecto al grosor T del material reflectante de forma totalmente interna por encima de la capa de material fotovoltaico 14. Como se ilustra en la FIG. 3A, una anchura W_a de una capa de material fotovoltaico para un grosor T_a de un material reflectante de forma totalmente interna es mucho mayor de aproximadamente 10 y para esa proporción, la radiación reflejada de forma totalmente interna no alcanza una porción central de la capa de material fotovoltaico. Por el contrario, y como se ilustra dentro del diagrama de sección transversal esquemático de la FIG. 3B, cuando una anchura W_b de una capa de material fotovoltaico es de aproximadamente 3 veces un grosor T_b de un material reflectante de forma totalmente interna situado por encima de una capa de material fotovoltaico, la radiación reflejada de forma totalmente interna se captura de forma eficaz y uniformemente en el espacio por la capa de material fotovoltaico.

Además de lo anterior, existen varias consideraciones adicionales que pueden merecer atención dentro del contexto de los aparatos concentradores solares luminiscentes de acuerdo con las realizaciones. En primer lugar, es deseable que al menos los materiales de los que está compuesto el sustrato transparente 10 y la capa de material encapsulante 12 tengan un índice de refracción coincidente, que, en general, estará en un intervalo de aproximadamente 1,4 a aproximadamente 1,7. A continuación, como se destaca anteriormente, el conjunto de materiales luminiscentes que pueden estar incluidos dentro de la capa de material luminiscente 16 o las capas de material luminiscente 16' se pueden seleccionar para proporcionar características ópticas y estéticas particulares con respecto a las determinadas aplicaciones particulares, además de las características luminiscentes para la recogida de radiación solar. Por ejemplo, y sin limitación, las capas de material luminiscente 16 y las capas de material luminiscente 16' se pueden ajustar para proporcionar características ópticas y estéticas apropiadas para consideraciones de conservación de energía para ventanas nuevas, de reemplazo, adaptadas o aumentadas en construcción avanzada de edificios comerciales o residenciales. Además, y dentro del contexto de la segunda realización, se podría seleccionar un color de la segunda subcapa de material encapsulante 12b para cambiar un color aparente de la pila completa incluyendo las capas de material luminiscente 16'. Además, en determinadas aplicaciones en las que se contemplan aparatos concentradores solares luminiscentes de acuerdo con las realizaciones dentro del contexto de aplicaciones de techos solares, se pueden diseñar específicamente tonos y tintes de color adecuados para proporcionar resultados estéticos deseables (es decir, tonos terracota para asemejarse a tejas de terracota para climas áridos, tales como pero sin limitarse a los de aplicaciones comerciales y residenciales del sudoeste de los EE. UU., así como tejas de tonos tierra para representar tejas o placas similares a madera para climas menos áridos que pueden incluir, pero no se limitan a aplicaciones comerciales y residenciales del nordeste de los EE. UU.). También se pueden emplear consideraciones similares dentro del contexto de colores, tintes y tonos para su uso en construcciones de persianas de ventanas que pueden comprender construcciones de aparatos concentradores solares luminiscentes de acuerdo con las realizaciones. Además, los aparatos concentradores solares luminiscentes de acuerdo con las realizaciones también pueden incluir estructuras de reflectores de borde de modo que no se pierda la radiación reflejada de forma totalmente interna desde los bordes laterales de los aparatos concentradores solares luminiscentes (véase, por ejemplo, la FIG. 2 para el reflector de borde 18).

Todas las referencias, incluyendo las publicaciones, solicitudes de patentes y patentes citadas en el presente documento, se incorporan por el presente por referencia en su totalidad en la medida permitida, como si cada referencia estuviera indicada individual y específicamente y se ajustara en su totalidad en el presente documento.

5 El uso de los términos "un" y "una" y "el/la" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (en especial en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse que cubre tanto el singular como el plural, a menos que se indique de otro modo en el presente documento o se contradiga claramente por el contexto. Los términos "comprender", "tener", "incluir" y "contener" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significan "incluyendo, pero sin limitarse a") a menos que se señale de otro modo. El término "conectado" debe interpretarse como parcial o completamente contenido dentro, unido a, o unido conjuntamente, incluso si hay algo que interviene.

10 La enumeración de intervalos de valores en el presente documento está destinado meramente a servir como procedimiento abreviado de referencia individualmente a cada valor separado que entra dentro del intervalo, a menos que se indique de otro modo en el presente documento, y cada valor separado está incorporado en la memoria descriptiva como si estuviera enumerado individualmente en el presente documento.

15 Todos los procedimientos descritos en el presente documento se pueden realizar en cualquier orden adecuado a menos que se indique de otro modo en el presente documento o que se contradiga claramente de otro modo por el contexto.

20 El uso de cualquiera y todos los ejemplos, o lenguaje ejemplar (por ejemplo, "tal como ") proporcionado en el presente documento, está destinado meramente a esclarecer mejor las realizaciones de la invención y no impone una limitación sobre el alcance de la invención, a menos que se reivindique de otro modo.

Ningún lenguaje en la memoria descriptiva debe interpretarse como indicativo de cualquier elemento no reivindicado como esencial para la práctica de la invención.

25 Será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar varias modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del espíritu ni del alcance de la invención. No hay intención de limitar la invención a la forma o formas específicas divulgadas, si no que por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, construcciones alternativas, y equivalentes que entran dentro del espíritu y del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por tanto, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones de la presente invención siempre que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

30 Por tanto, las realizaciones son ilustrativas de la invención en lugar de limitantes de la invención. Se pueden realizar revisiones y modificaciones a los procedimientos, estructuras de materiales y dimensiones de un aparato concentrador solar luminiscente y un procedimiento relacionado para fabricar el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con las realizaciones mientras que todavía se proporciona un aparato concentrador solar luminiscente y un procedimiento relacionado para fabricar el aparato concentrador solar luminiscente de acuerdo con la invención, de acuerdo además con las reivindicaciones adjuntas.

35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato concentrador solar luminiscente que comprende:
un sustrato ópticamente transparente;
una capa de material fotovoltaico situada por encima del sustrato ópticamente transparente; y
5 una capa de material luminiscente también situada por encima del sustrato transparente, en la que:
la capa de material luminiscente no está dentro de una trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico; y
una anchura horizontal de la capa de material fotovoltaico es de aproximadamente 2 a aproximadamente 4
10 veces un grosor de un material reflectante de forma totalmente interna situado por encima de la capa de material fotovoltaico.
2. Un aparato concentrador solar luminiscente que comprende:
un sustrato ópticamente transparente;
una capa de material fotovoltaico al menos parcialmente encapsulada dentro de una capa de material
encapsulante ópticamente transparente situada por encima del sustrato ópticamente transparente; y
15 una capa de material luminiscente situada en contacto con la capa de material encapsulante ópticamente transparente y no dentro de una trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico, en la que una anchura horizontal de la capa de material fotovoltaico es de aproximadamente 2 a aproximadamente 4 veces un grosor de un material reflectante de forma totalmente interna situado por encima de la capa de material fotovoltaico.
- 20 3. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que el sustrato ópticamente transparente comprende un sustrato de vidrio ópticamente transparente.
4. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que el sustrato ópticamente transparente comprende un sustrato de polímero orgánico ópticamente transparente.
- 25 5. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que la capa de material encapsulante ópticamente transparente comprende un material encapsulante de polímero orgánico ópticamente transparente.
6. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que la capa de material luminiscente comprende un material luminiscente seleccionado del grupo que consiste en colorantes luminiscentes orgánicos y polímeros semiconductores.
- 30 7. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que una anchura horizontal de la capa de material fotovoltaico es de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 veces un grosor de un material reflectante de forma totalmente interna situado por encima de la capa de material fotovoltaico.
8. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que:
el sustrato transparente tiene un grosor de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 milímetros;
35 la capa de material encapsulante tiene un grosor de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 milímetros;
la capa de material fotovoltaico tiene un grosor de aproximadamente 0,02 a aproximadamente 5 milímetros;
y
la capa de material luminiscente tiene un grosor de aproximadamente 10 micrómetros a aproximadamente 3 milímetros.
- 40 9. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 8, en el que la capa de material encapsulante comprende un mínimo de dos subcapas de material encapsulante, teniendo cada una un grosor de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 milímetros.
10. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que el aparato concentrador solar luminiscente tiene una disposición geométrica de cristal de ventana.
- 45 11. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, en el que:

- la capa de material luminiscente tiene un rendimiento cuántico de fluorescencia de al menos aproximadamente un 50 por ciento;
- la capa de material luminiscente no tiene un solapamiento apreciable del espectro de absorción y el espectro de fluorescencia; y
- 5 la capa de material fotovoltaico coincide con un intervalo de longitud de onda de fluorescencia de la capa de material luminiscente.
12. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, que comprende además un componente modificador del color que modifica una apariencia visual del aparato concentrador solar luminiscente.
- 10 13. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 12, en el que el componente modificador del color se selecciona del grupo que consiste en un filtro de color ensamblado al aparato concentrador solar luminiscente, un colorante no luminiscente incluido dentro de la capa de material luminiscente y un colorante no luminiscente incluido dentro de otra capa distinta de la capa de material luminiscente.
14. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 2, que comprende además una capa de barrera situada sobre un lado externo del aparato concentrador solar luminiscente opuesto al sustrato transparente.
- 15 15. Un aparato concentrador solar luminiscente que comprende:
- un sustrato ópticamente transparente;
- una capa de material fotovoltaico encapsulada dentro de una capa de material encapsulante ópticamente transparente situada por encima de un lado del sustrato ópticamente transparente; y
- 20 una capa de material luminiscente situada por encima de un lado de la capa de material encapsulante ópticamente transparente opuesto al sustrato ópticamente transparente, en la que la capa de material fotovoltaico tiene una anchura de aproximadamente 2 a aproximadamente 4 veces un grosor del sustrato ópticamente transparente y la capa de material encapsulante ópticamente transparente por encima de la capa de material fotovoltaico.
16. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 15, en el que:
- 25 el sustrato ópticamente transparente comprende un material de vidrio;
- la capa de material fotovoltaico comprende un material fotovoltaico de silicio;
- la capa de material encapsulante ópticamente transparente comprende un material de polímero de etilenoacetato de vinilo; y
- la capa de material luminiscente comprende un material de polímero de poli(metacrilato de metilo).
- 30 17. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 16, en el que la capa de material luminiscente comprende además un material luminiscente seleccionado del grupo que consiste en colorantes orgánicos luminiscentes y polímeros semiconductores.
18. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 15, en el que la capa de material fotovoltaico tiene una anchura de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 veces un grosor del sustrato ópticamente transparente y la capa de material encapsulante ópticamente transparente por encima de la capa de material fotovoltaico.
- 35 19. Un aparato concentrador solar luminiscente que comprende:
- un sustrato ópticamente transparente;
- 40 una capa de material fotovoltaico situada al menos parcialmente encapsulada dentro de una capa de material encapsulante ópticamente transparente situada por encima de un lado del sustrato ópticamente transparente; y
- una capa de material luminiscente situada interpuesta entre el sustrato ópticamente transparente y la capa de material encapsulante ópticamente transparente y no dentro de una trayectoria óptica incidente a través de al menos el sustrato ópticamente transparente a la capa de material fotovoltaico.
20. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 19, en el que:
- 45 el sustrato ópticamente transparente comprende un material de vidrio;
- la capa de material fotovoltaico comprende un material fotovoltaico de silicio;

la capa de material encapsulante ópticamente transparente comprende un material de polímero de etilenoacetato de vinilo; y

la capa de material luminiscente comprende un material de polímero de poli(metacrilato de metilo).

- 5 21. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 20, en el que la capa de material luminiscente comprende además un material luminiscente seleccionado del grupo que consiste en colorantes luminiscentes y polímeros semiconductores.
- 10 22. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 19, en el que la capa de material fotovoltaico tiene una anchura de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 veces un grosor del sustrato ópticamente transparente y la capa de material encapsulante ópticamente transparente por encima de la capa de material fotovoltaico.
- 15 23. El aparato concentrador solar luminiscente de la reivindicación 19, en el que la capa de material fotovoltaico tiene una anchura de aproximadamente 2 a aproximadamente 4 veces un grosor del sustrato ópticamente transparente y la capa de material encapsulante ópticamente transparente por encima de la capa de material fotovoltaico.
- 20 24. Un procedimiento para fabricar un aparato concentrador solar luminiscente que comprende:
formar por encima de un sustrato ópticamente transparente una capa de material encapsulante ópticamente transparente que incluye una capa de material fotovoltaico al menos parcialmente encapsulada dentro de la capa de material encapsulante ópticamente transparente; y
formar por encima del sustrato ópticamente transparente una capa de material luminiscente que no esté formada interpuesta entre al menos el sustrato ópticamente transparente y la capa de material fotovoltaico, en el que una anchura horizontal de la capa de material fotovoltaico es de aproximadamente 2 a aproximadamente 4 veces un grosor de un material reflectante de forma totalmente interna formado por encima de la capa de material fotovoltaico.
- 25 25. El procedimiento de la reivindicación 24, en el que:
la capa de material luminiscente es una capa de material luminiscente de cobertura; y
la capa de material encapsulante ópticamente transparente y la capa de material fotovoltaico están formadas interpuestas entre el sustrato ópticamente transparente y la capa de material luminiscente.
- 30 26. El procedimiento de la reivindicación 24, en el que:
la capa de material luminiscente es una capa de material luminiscente modelada;
y la capa de material luminiscente está formada interpuesta entre el sustrato ópticamente transparente y la capa de material encapsulante ópticamente transparente.

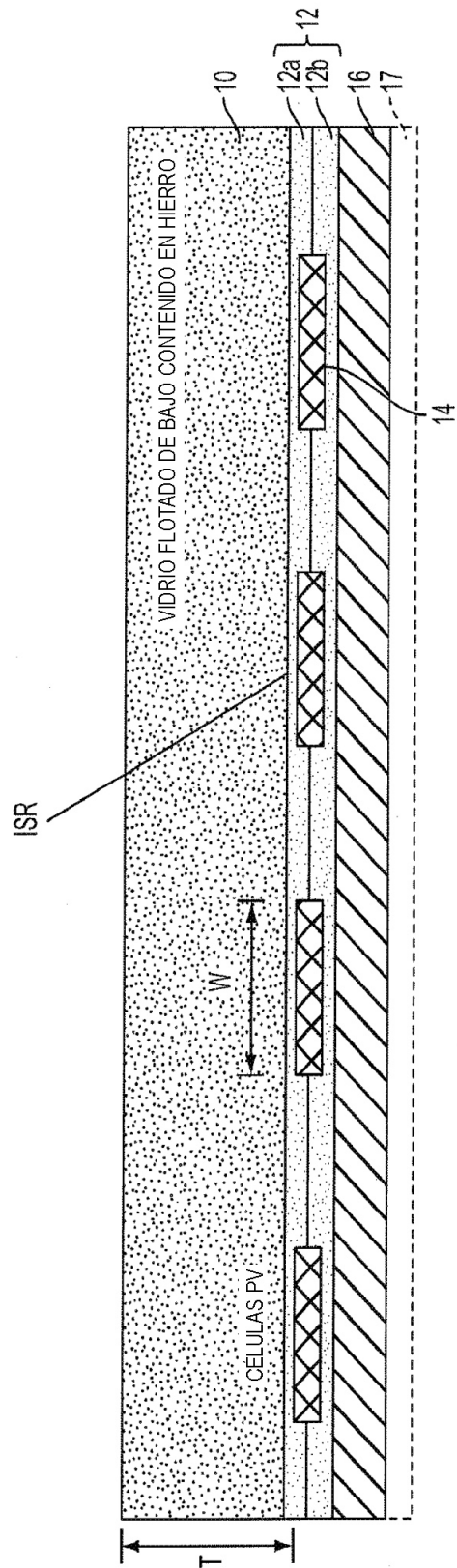


FIG. 1A

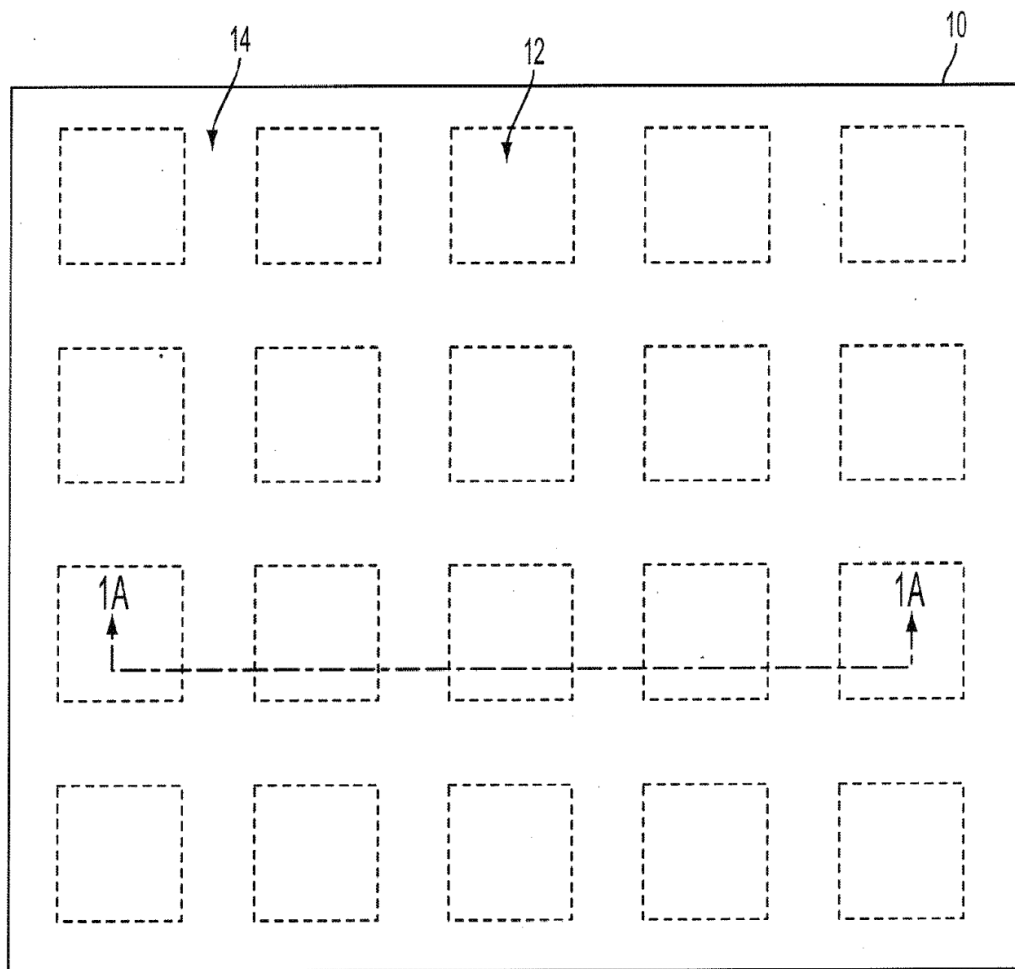


FIG. 1B

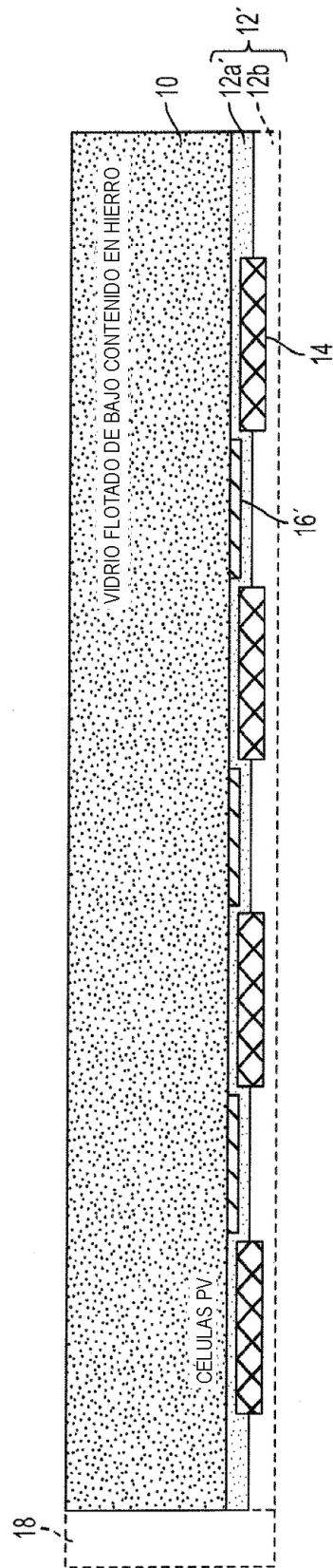
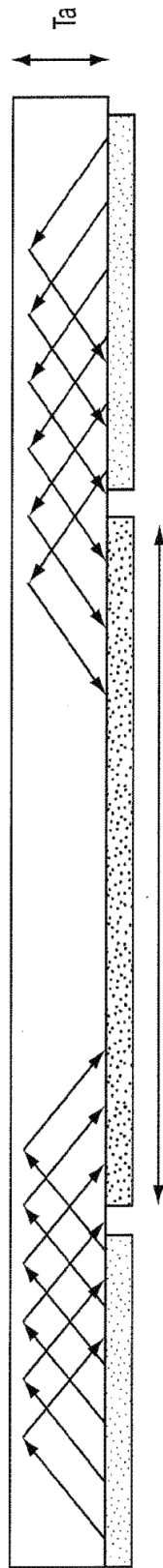
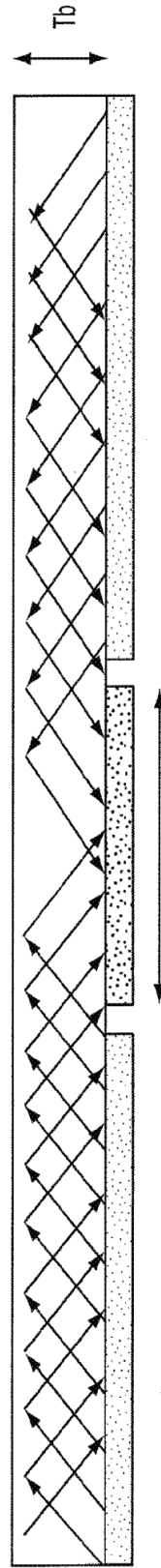


FIG. 2



$W_a \gg 10 \times T_a$

FIG. 3A



$W_b \sim 3 \times T_b$

FIG. 3B