

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 015**

21 Número de solicitud: 201331943

51 Int. Cl.:

H01L 31/055 (2014.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

31.12.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.11.2015

71 Solicitantes:

ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
(100.0%)
C/ Energía Solar, 1
41014 Sevilla ES

72 Inventor/es:

DELGADO SÁNCHEZ, José María;
SANCHO MARTÍNEZ, Diego;
SÁNCHEZ CORTEZÓN, Emilio;
MENÉNDEZ VELÁZQUEZ, Amador;
GÓMEZ PLAZA, David y
MARTÍNEZ DÍEZ, Ana Luisa

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

54 Título: **Concentrador solar luminiscente y dispositivo fotovoltaico que lo comprende**

57 Resumen:

Concentrador solar luminiscente que comprende un sustrato en el que dispuesta una matriz de polímero orgánico al menos semitransparente, en la que están distribuidas moléculas fluorescentes orgánicas capaces de absorber radiación solar, estando al menos parte de las moléculas fluorescentes asociadas entre sí por interacciones dipolares capaces de transferir energía no radiativa de una a otra, siendo la matriz de polímero orgánico una matriz monocapa (3) en la que está distribuidos al menos tres grupos de moléculas fluorescentes orgánicas (7, 8, 9) diferentes, asociadas entre sí de manera que forman cascadas de transferencia de energía no radiativa mediante transferencia de energía por resonancia de Förster (FRET).

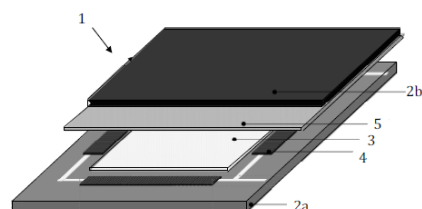


Fig. 1

DESCRIPCIÓN**CONCENTRADOR SOLAR LUMINISCENTE Y DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO QUE LO COMPRENDE****Campo de la invención**

La presente invención pertenece al sector de la tecnología solar y particularmente al campo técnico de tecnología de los concentradores solares luminiscentes.

Antecedentes de la invención

El concepto del concentrador solar luminiscente, que en la literatura también se identifica por su abreviatura "LSC" de su denominación en inglés "Luminiscent Solar Concentrator", se ideó en los años 70 del siglo pasado, y puede definirse como un elemento ópticamente activo que capta radiación solar incidente en una superficie de entrada, y la concentra en al menos una de sus superficies de salida que tiene un área más reducida, donde células solares la convertirán en electricidad. De esta forma es posible abaratar costes, al reducir el tamaño de las células solares. El concentrador solar luminiscente es susceptible de captar y convertir mediante luminiscencia tanto la radiación solar directa como la difusa. Incorpora materiales luminiscentes que absorben una banda de longitudes de onda amplia del espectro de la radiación solar entrante y la convierten en radiación de salida de un ancho de banda más estrecho con longitudes de onda más largas.

Habitualmente, la superficie de entrada es una superficie mayor del concentrador solar luminiscente y la superficie de salida es la superficie de al menos uno de sus bordes.

Se conocen diversas estructuras de concentradores solares luminiscentes susceptibles de atrapar la radiación solar entrante en su interior, y de guiar la radiación emitida por los materiales luminiscentes hacia la superficie de salida, mediante reflexión total interna, debido a la diferencia en los índices de refracción entre el concentrador solar luminiscente y el medio externo.

Así, por ejemplo se han descrito concentradores solares luminiscentes que comprenden al menos un cuerpo transparente en cuyo interior los materiales luminiscentes están distribuidos de forma sustancialmente homogénea, como por ejemplo una matriz dopada con moléculas luminiscentes, o que comprenden una placa transparente recubierta en al menos de sus superficies mayores de una lámina o película que incorpora los materiales luminiscentes. Típicamente, la radiación emitida por los materiales luminiscentes es guiada hacia el o los bordes por reflexión interna en las caras internas de las superficies mayores superior e inferior del concentrador solar luminiscente.

Al respecto, en diversas publicaciones se describen concentradores solares luminiscentes de este tipo que comprenden placas de vidrio dopado con moléculas luminiscentes inorgánicas y placas de matrices orgánicas poliméricas (por ejemplo de polimetilmetacrilato – PMMA) dopadas con moléculas luminiscentes orgánicas. En este tipo de concentradores solares luminiscentes, los dopantes deberían absorber la parte máxima posible del espectro de la radiación solar y re-emitir la mayor parte de la energía absorbida en forma de luminiscencia de longitud de onda larga, y las matrices deberían ser transparentes a las longitudes de onda emitidas.

La eficiencia de conversión ("quantum yield") de estos materiales luminiscentes suele ser baja, ya que la mayor parte de los fotones absorbidos se pierden en forma de calor ("fonones"), lo cual, en conjunto con el espectro de absorción estrecho, hace que las aplicaciones de materiales luminiscentes sean escasas porque la radiación que un material luminiscente es capaz de direccionar sobre la célula solar fotovoltaica es poca, es decir, los fotones emitidos en la longitud de onda deseada, son pocos, de manera que la electricidad producida por célula solar fotovoltaica también es reducida. Además, presentan graves problemas de reabsorción, ya que el espectro de la radiación emitida se solapa en gran medida con el de la radiación absorbida. Esto disminuye la eficiencia del concentrador solar luminiscente conforme aumentan sus dimensiones, lo que impide la escalabilidad.

Por otra parte, los materiales luminiscentes sólo tienen la capacidad de absorber radiación en un cierto intervalo estrecho de longitudes de onda (en torno a los 50nm o 100nm), y re-emitirla en otro intervalo de longitud de onda mayor. Para mitigar estos problemas se han descrito concentradores solares luminiscentes multicapa ("stacks" de concentradores luminiscentes) en los que cada una de las capas comprende un único material luminiscente que absorbe radiación solar específica en una zona determinada del espectro. El material luminiscente en cada capa luminiscente actúa simultáneamente como absorbente y emisor. El principal problema es que también emiten en una zona específica del espectro, por lo que se necesita una célula solar fotovoltaica diferente para captar la radiación generada en cada una de las capas luminiscentes. Ello encarece excesivamente el sistema conjunto, al tiempo que no lo hace viable para la integración arquitectónica.

También se han descrito concentradores solares luminiscentes, como por ejemplo, en los documentos de

patente WO2009091773A2 y US20110168236A1, que comprenden una capa con una matriz transparente de polímero orgánico fluorescente en el que está distribuida sustancialmente homogéneamente, una molécula fluorescente orgánica. Entre el polímero fluorescente (que actúa como matriz de soporte) y la moléculas fluorescente son capaces de capturar energía solar en un espectro de radiaciones electromagnéticas, en la que la radiación solar absorbida por el polímero se transmite de forma no radiativa a la molécula mediante transferencia de energía por resonancia de Förster (FRET), la cual se basa en un proceso físico en el que un cromóforo excitado (en este caso el polímero fluorescente, excitado por la radiación solar) se transfiere a un segundo cromóforo (en este caso la segunda molécula o molécula dopante) de forma no radiativa.

En este caso, las moléculas luminiscentes del primer tipo actúan como captadores de radiación solar de una primera banda de longitudes de onda del espectro solar y donores de energía no radiativa, mientras que las moléculas luminiscentes del segundo tipo actúan como aceptores de la energía no radiativa y emisores de radiación en una banda de longitudes de onda más larga que la primera banda.

Para poder absorber otras partes del espectro solar, este tipo de concentradores solares luminiscentes puede comprender una o más capas luminiscentes adicionales con respectivas matrices transparentes dopadas de moléculas luminiscentes que absorben respectivas otras partes del espectro solar, y la luminiscencia emitida en cada capa es dirigida hacia una célula solar fotovoltaica específica para cada capa.

No obstante, al sólo incorporar un máximo de dos tipos de moléculas luminiscentes en cada capa, estos concentradores solares luminiscentes siguen adoleciendo, aunque sea en un grado algo menor, de un espectro de absorción estrecho, y/o de la necesidad de contar con concentradores solares adicionales dispuestos en correspondencia con cada capa luminiscente, cada uno de los cuales debería llevar acopladas células solares específicas, optimizadas para que el espectro de emisión del concentrador solar luminiscente solape en gran medida con la banda prohibida (en inglés "bandgap") de la correspondiente célula solar fotovoltaica receptora de la radiación. El que una de las especies luminiscentes sea el polímero que sirve de soporte a la molécula fluorescente condiciona el rango de concentraciones de cada una de las especies (en condiciones normales se necesita más cantidad de matriz de soporte que de especie dopante), lo cual puede ser un problema a la hora de tratar de maximizar la cantidad de radiación que deben absorber las especies luminiscentes en diferentes partes del espectro electromagnético.

Descripción de la invención

La presente invención tiene por objeto superar los inconvenientes anteriormente inherentes en los concentradores solares luminiscentes del estado de la técnica mediante un nuevo concentrador solar luminiscente y un dispositivo fotovoltaico que comprende una célula solar fotovoltaica y un concentrador solar luminiscente con una o más características especificadas a continuación y expuestas en las reivindicaciones anexas.

El concentrador solar luminiscente conforme a la invención comprende un sustrato en el que está dispuesta una matriz de polímero orgánico transparente o al menos semitransparente (entendiendo por semitransparente aquel que deja al menos pasar un 1% de la radiación), en la que están distribuidas moléculas fluorescentes orgánicas capaces de absorber radiación solar, estando al menos parte de las moléculas fluorescentes asociadas entre sí por interacciones dipolares capaces de transferir energía no radiativa de una a otra, donde la matriz de polímero orgánico es una matriz monocapa en la que están distribuidos al menos tres grupos de moléculas fluorescentes orgánicas, asociadas entre sí de manera que se forman cascadas de transferencia de energía no radiativa mediante transferencia de energía por resonancia de Förster (FRET).

En una realización de la invención, los grupos de moléculas fluorescentes comprenden un grupo inicial de moléculas fluorescentes seleccionadas entre moléculas susceptibles de actuar como donores iniciales de energía no radiativa emergente, un grupo terminal de moléculas fluorescentes seleccionadas entre moléculas susceptibles de actuar como aceptores finales de energía no radiativa recibida, y de re-emitir, en base a la energía no radiativa recibida, una luminiscencia de salida con un espectro final que comprende longitudes de onda más largas que el espectro absorbido por las moléculas del grupo inicial, y un grupo intermedio de moléculas fluorescentes seleccionadas entre moléculas capaces de actuar como aceptores intermedios de energía no radiativa recibida de las moléculas fluorescentes del grupo inicial y como donores intermedios de energía no radiativa emergente recibida por las moléculas fluorescentes del grupo terminal, en las cascadas de transferencia de energía no radiativa desde las moléculas del grupo inicial a las moléculas del grupo terminal. Las moléculas del grupo intermedio están asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo inicial y con las moléculas fluorescentes terminales por respectivas interacciones dipolares.

Según esta realización, las moléculas fluorescentes del grupo inicial generan energía no radiativa que provoca

una excitación no radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo intermedio, sustancialmente con los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbida por las moléculas fluorescentes del grupo intermedio.

5 A su vez, las moléculas fluorescentes del grupo intermedio generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo terminal, sustancialmente con los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbida por las moléculas fluorescentes del grupo terminal.

10 Por tanto, la presente invención se basa en un sistema molecular donde entre el primero y el último elemento se produce una transferencia de energía no radiativa a través de al menos un elemento intermedio, basada en el mecanismo de Förster. De este modo, se consiguen solventar los problemas inherentes en los concentradores solares conocidos.

15 El concentrador solar captura la radiación solar y la redirige a los extremos de la célula solar fotovoltaica, donde células solares la convertirán en electricidad. Con este sistema molecular se logra ampliar el ancho de banda del espectro de absorción respecto al de las moléculas individuales. Al mismo tiempo, se consigue disociar la zona espectral de absorción de la emisión, minimizando así las pérdidas de reabsorción (pérdidas de Stokes) y haciendo posible un sistema escalable.

20 La invención además presenta otra ventaja, ya que al aumentar el rango de longitudes de onda de absorción del espectro y disociar la absorción de la emisión, se evitan pérdidas de reabsorción y, por lo tanto, se aumenta su eficiencia y se garantiza su escalado desde laboratorio a escala industrial. Al tratarse de un único concentrador solar luminiscente, se consigue además un ahorro en costes porque usa una única célula solar frente a "stacks" de concentradores del estado de la técnica que precisan varias células solares, cada una con características electrónicas (ancho de banda prohibido) además diferentes, acorde a cada concentrador específico.

25 Las moléculas fluorescentes del grupo inicial pueden estar seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas de la cumarina con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 300 y 550 nm y un espectro de emisión de radiación entre 450- y 700 nm tales como, por ejemplo, moléculas de 3-(2-benzotiazolil)-7-(detilamino)cumarina comercializadas bajo la denominación, COUMARIN 6 por la empresa SIGMA-ALDRICH,

30 Las moléculas fluorescentes del grupo intermedio pueden estar seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas de la familia estireno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 550 nm y un espectro de emisión de radiación entre 450 y 750 nm tales como, por ejemplo, moléculas de 4-(dicianometilen)-2-metil-6-(4-dimetilaminostiril)-4H-pirano comercializadas bajo la denominación, DCM por la empresa SIGMA-ALDRICH.

35 A su vez, las moléculas fluorescentes del grupo terminal pueden estar seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas del pirrometeno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 750 nm y un espectro de emisión de radiación entre 500 y 700 nm como, por ejemplo, moléculas de 1, 3, 5, 7-hexametil-8-cianopirrometen-difluorborato comercializadas bajo la denominación PYRROMETHENE 597 de la empresa EXCITON, Ohio, Estados Unidos.

40 Para facilitar la distribución homogénea de las moléculas fluorescentes en la matriz monocapa, es preferible que las moléculas fluorescentes tengan pesos moleculares similares.

45 Cada grupo de moléculas fluorescentes puede estar presente en la matriz monocapa en una proporción referida al polímero orgánico de la matriz monocapa de 0,1 a 5% en peso, preferentemente de 0,5 a 3% en peso, y más preferentemente de 1 a 2% en peso.

50 Preferentemente, el polímero orgánico de la matriz monocapa es transparente, y puede ser polimetilmetacrilato (PMMA), polietileno de baja densidad, polietileno de baja densidad, más aditivos (como por ejemplo polipropileno) o también polímero polivinilacetato ("EVA").

55 La película con la matriz monocapa de polímero orgánico y las moléculas fluorescentes puede estar dispuesta entre un sustrato, como por ejemplo una placa de vidrio trasera, y un recubrimiento delantero, como por ejemplo una placa de vidrio delantera, por el que entra la radiación solar.

60 El dispositivo fotovoltaico conforme a la invención puede comprender un concentrador solar luminiscente con una o más de las características descritas, y preferentemente comprende el recubrimiento frontal transparente que recubre la matriz monocapa del concentrador.

En una realización del dispositivo fotovoltaico, a lo largo de los bordes de la matriz monocapa pueden estar dispuestas sendas células solares fotovoltaicas para captar luminiscencia saliente del grupo terminal de moléculas fluorescentes, radiación del espectro aprovechable de la radiación solar que no ha sido absorbida por las moléculas fluorescentes, y radiación directamente incidentes en las células solares. Las células solares pueden estar dispuestas, de manera en sí convencional, de canto con sus caras mayores perpendiculares a las placas de vidrio.

En una realización preferida el dispositivo fotovoltaico que es especialmente adecuada para invernaderos, las células solares fotovoltaicas están dispuestas con sus caras mayores captadoras de radiación orientadas en paralelo al sustrato y enfrentadas al recubrimiento frontal, y con sus lados internos en contacto con respectivos bordes de la matriz monocapa, lo cual permite que las células solares puedan captar directamente una mayor proporción del espectro aprovechable de la radiación solar. Según esta realización, puede estar previsto un material encapsulador entre las superficies mayores de las células solares y el recubrimiento delantero, de manera que las células solares y la película quedan envueltas de forma estanca entre el sustrato y el recubrimiento delantero. Preferentemente, las células solares y la matriz monocapa están encapsuladas entre el sustrato y el recubrimiento frontal mediante el material encapsulante.

Según una realización de la invención, las moléculas fluorescentes del grupo intermedio comprenden primeras moléculas intermedias fluorescentes y segundas moléculas intermedias fluorescentes, asociadas entre sí por interacciones bipolares.

Según esta realización, las primeras moléculas intermedias están seleccionadas entre moléculas capaces de actuar como aceptores intermedios de energía no radiativa recibida de las moléculas del grupo inicial y como donores intermedios de energía no radiativa emergente recibida por las segundas moléculas intermedias, en las cascadas de transferencia de energía no radiativa.

Las primeras moléculas intermedias generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa de las moléculas con sustancialmente los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbido por las segundas moléculas intermedias, mientras que las segundas moléculas intermedias generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo terminal, que produce sustancialmente los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbido por las moléculas fluorescentes del grupo terminal. Las primeras moléculas intermedias están asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo inicial y con segundas moléculas intermedias por respectivas interacciones dipolares. A su vez, las segundas moléculas intermedias están asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo terminal mediante otras interacciones dipolares.

Conforme a esta realización, las moléculas fluorescentes del grupo inicial también pueden estar seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas de la cumarina con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 300 y 550 nm y un espectro de emisión de radiación entre 450 y 700 nm tales como, por ejemplo, moléculas de 3-(2-benzotiazolil)-7-(etilamino)cumarina, comercializadas bajo la denominación comercializadas, de acuerdo con lo anteriormente indicado, bajo la denominación, COUMARIN 6 por la empresa SIGMA-ALDRICH,

A su vez, las primeras moléculas intermedias del grupo intermedio de moléculas fluorescentes pueden estar seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas de la familia del estireno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 550 nm y un espectro de emisión de radiación entre 450 y 750 nm, tales como moléculas de 1, 3, 5, 7-hexametil-8-cianopirrometen-difluorborato, como, por ejemplo, moléculas de 4-(dicianometilen)-2-metil-6-(4-dimetilaminostiril)-4H-pirrano comercializadas bajo la denominación DCM por la empresa SIGMA-ALDRICH,

Las segundas moléculas luminiscentes del grupo intermedio de moléculas fluorescentes pueden estar seleccionadas en el caso de esta realización entre moléculas fluorescentes derivadas del pirrometeno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 750 nm y un espectro de emisión de radiación entre 500 y 700 nm como, por ejemplo, un tipo moléculas de 1, 3, 5, 7-hexametil-8-cianopirrometen-difluorborato, comercializadas bajo la denominación PYRROMETHENE 597 de la empresa EXCITON, Ohio, Estados Unidos.

En este caso, las moléculas fluorescentes del grupo terminal de moléculas fluorescentes pueden estar seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas del pirrometeno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 300 y 620 y un espectro de emisión de radiación entre 620 y 800 nm como, por ejemplo, otro tipo de moléculas de 1, 3, 5, 7-hexametil-8-cianopirrometen-difluorborato,

comercializadas con la denominación PYRROMETHENE 650, también de la empresa EXCITON, Ohio, Estados Unidos.

Las primeras moléculas intermedias están asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo inicial y con segundas moléculas intermedias por respectivas interacciones dipolares. A su vez, las segundas moléculas intermedias están asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo terminal mediante interacciones dipolares.

En otra realización de la invención, está previsto que las moléculas fluorescentes del grupo intermedio comprenden terceras moléculas intermedias seleccionadas entre moléculas capaces de actuar como aceptores intermedios de energía no radiativa recibida de las primeras moléculas intermedias y como donores intermedios de energía no radiativa emergente recibida por las segundas moléculas intermedias, en las cascadas de transferencia de energía no radiativa. Para ello, las terceras moléculas intermedias están asociadas con las segundas moléculas intermedias y con las segundas moléculas intermedias por respectivas interacciones dipolares.

Conforme a esta otra realización, las primeras moléculas intermedias generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa de las terceras moléculas intermedias con sustancialmente los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbido por las segundas moléculas intermedias.

Como se desprende de lo anterior, la presente invención permite conseguir mayor radiación solar incidente sobre las células solares fotovoltaicas, que en una configuración sin concentrador solar luminiscente o incluso con el diseño clásico de concentrador solar luminiscente.

Breve descripción de las figuras

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de la descripción, un juego de figuras esquemáticas en el que con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 es una vista en perspectiva en explosión de los componentes principales de una realización de un dispositivo fotovoltaico que comprende un concentrador solar luminiscente conforme a una realización de la invención.

La figura 2 es una vista en sección del dispositivo fotovoltaico mostrado en la figura 1 en estado ensamblado.

La figura 3 es una vista en sección de otra realización de un dispositivo fotovoltaico que comprende un concentrador solar luminiscente conforme a otra realización de la invención

La Figura 4 es una vista ampliada de la zona marcada mediante línea de puntos como detalle I en la figura 3.

La Figura 5 muestra esquemáticamente una realización de una cascada de transferencia de energía por FRET en la que intervienen tres grupos de moléculas fluorescentes.

La Figura 6 ilustra la interacción de varias cascadas de transferencia de energía por FRET como la que se muestra en la figura 5, desencadenadas por la incidencia de radiación solar en el primer grupo de moléculas fluorescentes en el interior del concentrador mostrado en las figuras 1 a 3.

La Figura 7 ilustra la generación de la luminiscencia de salida por el tercer grupo de moléculas fluorescentes producida en base a la transferencia de energía por FRET ilustrada en la figura 6 en el interior del concentrador.

La figura 8 ilustra el guiado de las ondas de la radiación generadas por el tercer grupo de moléculas por el interior del concentrador.

La figura 9 ilustra el funcionamiento de una molécula del primer grupo ante la incidencia de los varios tipos de radiación a los que está expuesta.

La figura 10 ilustra los espectros de la radiación solar incidente en las moléculas fluorescentes de los tres grupos.

La figura 11 muestra el espectro de la radiación que ha traspasado las moléculas fluorescentes del primer grupo.

La figura 12 ilustra el funcionamiento de una molécula del segundo grupo ante la incidencia de los varios tipos de radiación a los que está expuesta.

5 La figura 13 muestra el espectro de la radiación que ha traspasado las moléculas fluorescentes del segundo grupo.

La figura 14 ilustra el funcionamiento de una molécula del tercer grupo ante la incidencia de los varios tipos de radiación a los que está expuesta.

10 La figura 15 muestra el espectro de la radiación que ha traspasado las moléculas fluorescentes del tercer grupo.

La figura 16 muestran los espectros de adsorción y emisión de una muestra que comprende una matriz monocapa dopada con tres grupos de moléculas fluorescentes depositada en un sustrato de vidrio.

15 La figura 17 muestra, a efectos de comparación, los espectros de absorción y emisión de una muestra en la que la matriz monocapa sólo está dopada con moléculas fluorescentes del grupo terminal empleadas en la muestra correspondiente a la figura 16.

20 La figura 18 muestra los espectros de adsorción y emisión de una muestra que comprende una matriz monocapa dopada con cuatro grupos de moléculas fluorescentes depositada en un sustrato de vidrio

25 La figura 19 muestra, a efectos de comparación, los espectros de adsorción y emisión de una muestra en la que la matriz monocapa sólo está dopada con moléculas fluorescentes del grupo terminal del grupo terminal empleadas en la muestra correspondiente a la figura 18.

Descripción de modos de realización de la invención

30 En la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, el dispositivo fotovoltaico -1- comprende un concentrador solar luminescente conforme a la invención. Particularmente, el dispositivo fotovoltaico -1- comprende un sustrato en forma de una placa de vidrio -2a- trasera transparente sobre cuya parte central está depositada una película -3- de una matriz monocapa polimetilmetacrilato (PMMA) dopada con moléculas fluorescentes .

35 Sobre la placa de vidrio -2a- trasera y a lo largo de los cuatro bordes de la película -3- están dispuestas sendas células solares -4- fotovoltaicas con sus caras mayores en paralelo a la superficie de la placa de vidrio trasera -2a- y conectadas entre sí y con sus caras mayores dispuestas paralelamente a la superficie frontal de la placa de vidrio -2a- trasera. El dispositivo fotovoltaico -1- comprende además un material encapsulante -5- transparente, como por ejemplo etilvinilacetato ("EVA"), que recubre las superficies frontales y laterales exteriores de las células
40 solares -4- de tal forma que conforma un marco alrededor de los bordes de la película 3-. El marco conformado por el material encapsulante -5- también recubre ligeramente la cara frontal de la película -3-.

45 Las caras frontales de las células solares -4- y la superficie frontal de la película-3- están recubiertas por una placa de vidrio -2b- frontal transparente, de tal forma que la película -3- y las células solares -4- quedan encapsuladas e intercaladas entre las placas de vidrio -2a, 2b- trasera y frontal.

Al estar dispuestas las células solares -4- con sus caras mayores en paralelo con las placas de vidrio -2a, 2b-,
50 recogen la luminiscencia de salida -10- generada a partir de la radiación solar -6- incidente en la película -3- del concentrador a través de placa de vidrio -2b- frontal, y también la radiación solar -6- que incide directamente en las caras frontales de las células solares -4- a través de la placa de vidrio -2b- frontal.

La realización del dispositivo fotovoltaico ilustrado en la figura 3 se diferencia de la de las figuras 1 y 2 en que las células solares -4- están dispuestas, de manera convencional, de canto, es decir, con sus caras mayores
55 adyacentes y en paralelo a los bordes de la película -3- y que comprende un marco de material encapsulante -5-, por lo que reciben sólo la luminiscencia de salida -10- generada a partir de la radiación solar -6- incidente en la película -3- del concentrador, pero aprovecha sólo una parte muy pequeña de la radiación solar que le puede llegar directamente a través de la placa de vidrio frontal -2b-.

60 Como ilustra la figura 4, la película -3- de polimetilmetacrilato constituye una matriz monocapa dopada con moléculas fluorescentes -7, 8, 9- que se pueden clasificar en moléculas fluorescentes de tres grupos, a saber moléculas fluorescentes -7- de un grupo inicial, moléculas fluorescentes -8- de un grupo terminal, y moléculas fluorescentes -9- de un grupo intermedio. Las moléculas fluorescentes -7, 8, 9- están distribuidas en la matriz monocapa de la película -3- de tal forma que forman cascadas de transferencia de energía no radiativa mediante

transferencia de energía por resonancia de Förster (FRET) entre las moléculas fluorescentes -7, 8- del grupo inicial y el grupo terminal, pasando por las moléculas fluorescentes -9- grupo intermedio. Para ello, las moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio están asociadas con las moléculas fluorescentes -7- del grupo inicial y con las moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal por respectivas interacciones dipolares.

Las moléculas fluorescentes -7, 8, 9- de cada grupo son capaces de absorber radiación solar -6- de una zona específica de un espectro predeterminado de longitudes de onda de la radiación solar -6-, y de generar energía emergente correspondiente a un espectro de radiación que comprende longitudes de onda más largas que el espectro de radiación solar -6- que absorben.

Como se puede apreciar en las figuras 5 a 8, en las cascadas de transferencia no radiativa mediante FRET, las moléculas fluorescentes -7- del grupo inicial actúan como donores iniciales de energía no radiativa emergente generadas por absorción de radiación solar -6-, mientras que las moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal actúan como aceptores finales de energía no radiativa recibida, y de re-emitir, en base a la energía no radiativa recibida, una luminiscencia de salida -10- con un espectro final que comprende longitudes de onda más largas que el espectro absorbido por las moléculas fluorescentes -7- del primer grupo. La energía no radiativa emergente de las moléculas fluorescentes -7- del grupo inicial corresponde a un espectro de energía que comprende longitudes de onda más largas que las de su espectro de energía solar -6- que absorben.

Por su parte, las moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio actúan como aceptores intermedios de energía no radiativa recibida de las moléculas fluorescentes -7- del grupo inicial, y como donores intermedios de energía no radiativa emergente recibida por las moléculas fluorescentes del grupo terminal -8-, en la cascada de transferencia de energía no radiativa desde las moléculas del grupo inicial a las moléculas del grupo terminal.

Las moléculas fluorescentes -7- del grupo inicial generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo intermedio -9-, sustancialmente con los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar -6-absorbido por las moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio. A su vez, las moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa de las moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal, sustancialmente con los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar -6-absorbido por las moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal.

Tanto la radiación solar -6- entrante en el concentrador por su placa de vidrio -2b- frontal como la radiación solar -6- atrapada en su interior, pasa por las moléculas fluorescentes -7, 8, 9- de los distintos grupos, y las moléculas fluorescentes -7, 8, 9- absorben respectivas zonas del espectro de la radiación solar -6-.

Por otra parte, la luminiscencia de salida -10- es radiada por las moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal en todas direcciones (figura 8). La mayor parte de la luminiscencia de salida -10- que no llega directamente a los bordes del concentrador donde se encuentran las células solares -4-, es reflejada por las superficies internas del concentrador y, por tanto, queda sustancialmente atrapada en el interior del mismo, y es guiada mediante reflexión -10a- hacia los bordes del concentrador donde es captada por las células solares -4-.

Como no sólo la radiación solar -6- queda atrapada en el concentrador por reflexión interna, sino también las ondas de radiación que no han sido absorbidas por los distintos grupos de moléculas fluorescentes -7, 8, 9- las moléculas ,

Así, en la figura 9 puede apreciarse que una molécula fluorescente del grupo inicial -7- recibe radiación solar -6- tanto del exterior como la proveniente de la reflexión interna en el concentrador, primeras radiaciones -11- que han traspasado moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio, y segundas radiaciones -12- que han traspasado moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal.

Como se puede ver en la figura 10, la radiación solar -6- comprende radiaciones correspondientes a las zonas de los espectros -6a, 6b, 6c- absorbibles por las moléculas fluorescentes -7, 8, 9-, así como otras radiaciones -6d- de zonas del espectro no aprovechables.

La molécula fluorescente -7- del grupo inicial sólo absorbe una primera zona del espectro -6a-, por lo que la radiación -13- que ha traspasado la molécula fluorescente -7- del grupo inicial comprende, como se puede ver en la figura 11, las radiaciones correspondientes a las zonas del espectro no adsorbidas, concretamente radiaciones correspondientes a las zonas del espectro -6b- absorbibles por las moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal, radiaciones correspondientes a las zonas del espectro -6c- absorbibles por las moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio, y radiaciones no aprovechables -6d-.

La figura 12 muestra que una molécula fluorescente -9 del grupo intermedio recibe, aparte de radiación solar -6- proveniente tanto del exterior de la reflexión interna en el concentrador, radiaciones -11- que han traspasado moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal, y radiaciones 13 que han traspasado la las moléculas -7- del grupo inicial, de las que absorbe las zonas del espectro -6c-.

Por tanto, la radiación -12- que ha traspasado la molécula fluorescente -9- del grupo intermedia, comprende, como se puede ver en la figura 13, radiaciones correspondientes a las zonas del espectro -6b- absorbibles por las moléculas fluorescentes -8- del grupo terminal, radiaciones correspondientes a las zonas del espectro -6a- absorbibles por las moléculas fluorescentes -7- del grupo inicial, y radiaciones no aprovechables -6d-.

Una molécula fluorescente -8- del grupo terminal recibe, como se puede apreciar en la figura 14, aparte de radiación solar -6- proveniente tanto del exterior de la reflexión interna en el concentrador, radiaciones -12- que han traspasado moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio, y radiaciones 13 que han traspasado la las moléculas -7- del grupo inicial, de las que absorbe las zonas del espectro -6c-.

Por tanto, la radiación -11- que ha traspasado la molécula fluorescente -8- del grupo terminal, comprende, como se puede ver en la figura 15, radiaciones correspondientes a las zonas del espectro -6a- absorbibles por las moléculas fluorescentes -7- del grupo inicial, radiaciones correspondientes a las zonas del espectro -6c- absorbibles por las moléculas fluorescentes -9- del grupo intermedio, y radiaciones no aprovechables -6d-.

Dado que al menos la gran mayoría de las radiaciones queda atrapada en el interior del concentrador, en combinación con la transferencia en cascada de energía no radiativa entre los grupos fluorescentes, se aprovecha el potencial energético de la radiación solar de forma especialmente eficaz.

Ejemplos:

Para comprobar la eficacia de la invención, se prepararon una muestra con un sistema molecular de control y dos muestras (ejemplos 1 y 2) con sistemas moleculares conformes a la invención. Todas las moléculas se prepararon de acuerdo con el siguiente método:

(i) Se disuelven 300mg de PMMA en 4mL de Tolueno durante 48h a 50°C.

(ii) A la solución PMMA/tolueno se añaden, según el sistema molecular que se desea obtener, el o las moléculas fluorescentes para obtener una disolución que comprende el 1% cada molécula fluorescente respecto al PMMA. Cuando se desean obtener disoluciones de concentraciones distintas, se deben ajustar las cantidades de cada molécula fluorescente correspondientemente para conseguir la disolución deseada.

(iii) Se mantiene la disolución molécula(s) colorante(s) / PMMA/tolueno en agitación a temperatura ambiente durante 6 horas para conseguir la disolución total.

(iv) Se deposita una película de la disolución mediante la técnica de revestimiento por rotación ("spin-coating") sobre un vidrio de dimensiones 20 mm x 20 mm, Los parámetros del proceso de spin-coating son:

- Aceleración: 5 rad/s²

- Velocidad de giro: 500 rpm

- Tiempo: 20s

- Cantidad inyectada: 0,5 ml

(v) El vidrio revestido se sobre una placa calefactora de laboratorio ("hot plate") a 50°C durante 1 minuto para asegurar la evaporación completa del disolvente (tolueno).

(vi) Se caracteriza la propiedad "rendimiento cuántico óptico" ("Optical Quantum Efficiency (OQE)") en distintos prototipos, y se comparó con un luminiscente comercial de referencia (LUMOGEN RED), depositado en las mismas concentraciones y condiciones experimentales. El OQE se define como la integral promediada al espectro solar AM1.5G de la radiación fotoemitida por el material luminiscente. $R_{ph}(I)$ es la radiación fotoemitida por el material luminiscente y $R_{AM1.5G}(I)$ es la radiación solar en el espectro AM1.5G.

$$OQE = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R_{ph}(\lambda) R_{AM1.5G}(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R_{AM1.5G}(\lambda) d\lambda}$$

Se comprobó que el OQE de la muestra de control de LUMOGEN RED con en concentraciones equivalentes a

las moléculas fluorescentes en las muestras de los ejemplos 1 y 2 siempre es 3,36%.

Ejemplo 1:

Se preparó una muestra de un primer sistema molecular siguiendo el método anteriormente descrito.

A la solución PMMA/tolueno se añadieron se añadieron 3mg de Coumarin 6 como molécula fluorescente inicial, 3 mg de DCM como molécula fluorescente intermedia y 3 mg de PM597 como molécula fluorescente terminal.

Una vez depositada la película sobre el vidrio y evaporado el tolueno se obtuvo una primera muestra que se sometió a espectrografía y se comprobó que, como ilustra la figura 16, cada una de las moléculas fluorescentes de la primera muestra captura energía solar de una zona específica del espectro, siendo transferida no radiativamente a la molécula terminal (PM597), la que finalmente emite la radiación. Como se desprende de la figura 16, el espectro de absorción del sistema molecular múltiple abarca el rango (300 nm – 550 nm) y el de emisión el rango (550 nm – 800 nm). No hay apenas solapamiento de estos dos espectros, por lo que se minimizan las pérdidas por reabsorción, haciendo la tecnología escalable.

Se comprobó asimismo, que el espectro de emisión de la molécula terminal (PM597) en el sistema molecular múltiple se corresponde con el espectro de emisión de la molécula individual PM597 comprendida en una matriz monocapa de PMMA, (figura 17). Esto confirma que no hay fotoluminiscencia de las moléculas Coumarin 6 y DCM y que la energía ha sido transferida no radiativamente mediante el proceso conocido como transferencia de energía por resonancia Förster (FRET). Se comprobó que el OQE de la primera muestra era 20,90 %.

Ejemplo 2:

Se preparó una muestra de un segundo sistema molecular siguiendo el método anteriormente descrito.

A la solución PMMA/tolueno se añadieron 3mg de Coumarin 6 como molécula fluorescente inicial, 3 mg de DCM como primera molécula fluorescente intermedia, 3 mg de PM597 como segunda molécula fluorescente intermedia, y 3 mg de PM650 como molécula fluorescente terminal.

Una vez depositada la película sobre el vidrio y evaporado el tolueno se obtuvo una segunda muestra que se sometió a espectrografía y se comprobó que, como muestra la figura 18, cada una de las moléculas fluorescentes de la segunda muestra captura energía solar de una zona específica del espectro, siendo transferida no radiativamente a la molécula terminal (PM650), la que finalmente emite la radiación. Como se desprende de la figura 18, el espectro de absorción del sistema molecular múltiple abarca el rango (300 nm – 620 nm) y el de emisión el rango (620 nm – 800 nm). No hay apenas solapamiento de estos dos espectros, por lo que se minimizan las pérdidas por reabsorción, haciendo la tecnología escalable.

Se comprobó asimismo, que el espectro de emisión de la molécula terminal (PM650) en el sistema molecular múltiple se corresponde con el espectro de emisión de la molécula individual PM650 comprendida en una matriz monocapa de PMMA, (figura 19). Esto confirma que no hay fotoluminiscencia de las moléculas Coumarin 6, DCM y PM597 y que la energía ha sido transferida no radiativamente mediante el proceso conocido como transferencia de energía por resonancia Förster (FRET). Se comprobó que el OQE de la segunda muestra era de 4,63 %.

Los anteriores ejemplos muestran que a mayor número de diferentes tipos de moléculas luminiscentes, se consigue mayor absorción de radiación. Al respecto, debe tenerse en cuenta que el OQE refleja el resultado de varios mecanismos internos en un sistema concentrador, tales como fluorescencia, guiado, Stokes, etc.

En este texto, la palabra “comprende” y sus variantes (como “comprendiendo”, etc.) no deben interpretarse de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, pasos etc.

Por otra parte, la invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito sino abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto medio en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Concentrador solar luminiscente que comprende un sustrato en el que está dispuesta una matriz de polímero orgánico al menos semitransparente, en la que están distribuidas moléculas fluorescentes orgánicas capaces de absorber radiación solar, estando al menos parte de las moléculas fluorescentes asociadas entre sí por interacciones dipolares capaces de transferir energía no radiativa de una a otra, **caracterizado** porque
- 10 la matriz de polímero orgánico es una matriz monocapa (3) en la que están distribuidos al menos tres grupos de moléculas fluorescentes orgánicas (7, 8, 9) diferentes, asociadas entre sí de manera que forman cascadas de transferencia de energía no radiativa mediante transferencia de energía por resonancia de Förster (FRET).
- 15 2. Concentrador solar luminiscente, según la reivindicación 1, caracterizado porque los grupos de moléculas fluorescentes comprenden
- un grupo inicial de moléculas fluorescentes (7) seleccionadas entre moléculas susceptibles de actuar como donores iniciales de energía no radiativa emergente;
- un grupo terminal de moléculas fluorescentes (8) seleccionadas entre moléculas susceptibles de actuar como aceptores finales de energía no radiativa recibida, y de re-emitir, en base a la energía no radiativa recibida,
- 20 una luminiscencia de salida con un espectro final que comprende longitudes de onda más largas que el espectro absorbido por las moléculas del grupo inicial (7);
- un grupo intermedio de moléculas fluorescentes (9) seleccionadas entre moléculas capaces de actuar como aceptores intermedios de energía no radiativa recibida de las moléculas fluorescentes del grupo inicial (7) y como donores intermedios de energía no radiativa emergente recibida por las moléculas fluorescentes del grupo
- 25 terminal (8), en las cascadas de transferencia de energía no radiativa desde las moléculas del grupo inicial (7) a las moléculas del grupo terminal (8), y están asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo inicial (7) y con las moléculas fluorescentes del grupo terminal (8) por respectivas interacciones dipolares;
- y porque
- las moléculas fluorescentes del grupo inicial (7) generan energía no radiativa que provoca una
- 30 excitación no radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo intermedio (9), sustancialmente con los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbido por las moléculas fluorescentes del grupo intermedio (9);
- las moléculas fluorescentes del grupo intermedio (9) generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo terminal (8), sustancialmente con los mismos efectos que la
- 35 excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbido por las moléculas fluorescentes del grupo terminal (8).
- 40 3.- Concentrador, según la reivindicación 2, caracterizado porque
- las moléculas fluorescentes del grupo intermedio (9) comprenden primeras moléculas intermedias fluorescentes asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo inicial (7) mediante interacciones bipolares;
- y segundas moléculas intermedias fluorescentes asociadas con las moléculas fluorescentes del grupo
- terminal (9) por otras interacciones bipolares;
- 45 las primeras moléculas intermedias están seleccionadas entre moléculas capaces de actuar como aceptores intermedios de energía no radiativa recibida de las moléculas del grupo inicial y como donores intermedios de energía no radiativa emergente recibida por las segundas moléculas intermedias, en las cascadas de transferencia de energía no radiativa;
- las primeras moléculas intermedias generan energía no radiativa que provoca una excitación no
- radiativa de las moléculas con sustancialmente los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las
- 50 ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbido por las segundas moléculas intermedias;
- las segundas moléculas intermedias generan energía no radiativa que provoca una excitación no
- radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo terminal (9), que produce sustancialmente los mismos efectos
- que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de
- 55 radiación solar absorbido por las moléculas fluorescentes del grupo terminal (8).
- 4.- Concentrador, según la reivindicación 3, caracterizado porque
- las moléculas del grupo intermedio (9) comprenden terceras moléculas intermedias asociadas entre sí
- por interacciones bipolares y seleccionadas entre moléculas capaces de actuar como aceptores intermedios de
- 60 energía no radiativa recibida de las primeras moléculas intermedias y como donores intermedios de energía no radiativa emergente recibida por las segundas moléculas intermedias, en las cascadas de transferencia de energía no radiativa;
- las terceras moléculas intermedias generan energía no radiativa que provoca una excitación no radiativa

de las moléculas con sustancialmente los mismos efectos que la excitación radiativa causada por las ondas de radiación presentes en la zona específica del espectro de radiación solar absorbido por las segundas moléculas intermedias.

- 5 5.- Concentrador, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque las moléculas fluorescentes del grupo inicial (7) están seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas de la cumarina con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 300 nm y 550 nm, y un espectro de emisión de radiación entre 450 y 700 nm.
- 10 6.- Concentrador, según la reivindicación 5, caracterizado porque las moléculas fluorescentes derivadas de la cumarina son moléculas de 3-(2-benzotiazolil)-7-(etilamino)cumarina.
- 15 7.- Concentrador, según reivindicación 2, caracterizado porque las moléculas fluorescentes del grupo intermedio (9) están seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas del estireno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 550 nm y un espectro de emisión de radiación entre 450 y 750 nm.
- 8.- Concentrador, según la reivindicación 7, caracterizado porque las moléculas fluorescentes son moléculas de 4-(dicianometileno)-2-metil-6-(4-dimetilaminostiril)-4H-pirano.
- 20 9.- Concentrador, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, caracterizado porque las moléculas fluorescentes del grupo terminal (8) están seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas del pirrometeno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 750 nm y un espectro de emisión de radiación entre 500 y 700 nm.
- 25 10.- Concentrador, según la reivindicación 9, caracterizado porque las moléculas fluorescentes son moléculas de 1, 3, 5, 7-hexametil-8-cianopirrometeno-difluorborato.
- 30 11.- Concentrador, según la reivindicación 33, caracterizado porque
las primeras moléculas intermedias del grupo intermedio de moléculas fluorescentes (9) están seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas del estireno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 550 nm y un espectro de emisión de radiación entre 450 y 750 nm;
las segundas moléculas intermedias del grupo intermedio de moléculas fluorescentes (9) están seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas del pirrometeno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 350 y 750 nm y un espectro de emisión de radiación entre 500 y 700 nm;
- 35 las moléculas fluorescentes del grupo terminal de moléculas fluorescentes (8) están seleccionadas entre moléculas fluorescentes derivadas del pirrometeno con un espectro de absorción de radiación de longitudes de onda entre 300 y 620 y un espectro de emisión de radiación entre 620 y 800 nm.
- 40 12.- Concentrador, según la reivindicación 11, caracterizado porque
las primeras moléculas intermedias son moléculas de 4-(dicianometileno)-2-metil-6-(4-dimetilaminostiril)-4H-pirano.
las segundas moléculas intermedias son moléculas de 1, 3, 5, 7-hexametil-8-cianopirrometeno-difluorborato; y
las moléculas fluorescentes del grupo terminal (8) son moléculas de 1, 3, 5, 7-hexametil-8-cianopirrometeno-difluorborato distintas de las segundas moléculas intermedias.
- 45 13.- Concentrador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el polímero orgánico de la matriz monocapa es transparente.
- 50 14.- Concentrador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el polímero orgánico, está seleccionado entre polietilenos de baja densidad, polietilenos de baja densidad con aditivos, polímeros polivinilacetatos, y polimetilmetacrilato.
- 55 15. Concentrador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la matriz monocapa (3) es una película depositada en el sustrato (2a), y porque el sustrato es una placa de vidrio trasera transparente.
- 60 16. Concentrador solar, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las moléculas fluorescentes (7, 8, 9) de los grupos de moléculas fluorescentes en la matriz monocapa (3) tienen pesos moleculares similares.
17. Concentrador solar, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada grupo de cada grupo de moléculas fluorescentes (7, 8, 9) está presente en la matriz monocapa (3) en una

proporción referida al polímero orgánico de la matriz monocapa (3) de 0,1 a 5% en peso, preferentemente de 0,5 a 3% en peso, y más preferentemente de 1 a 2% en peso.

- 5 18. Concentrador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende un recubrimiento frontal (2b) transparente que recubre la matriz monocapa (3).
- 10 19.- Dispositivo fotovoltaico que comprende al menos una célula solar fotovoltaica acoplada a un concentrador solar, caracterizado porque el concentrador es un concentrador solar luminiscente como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17.
- 20 20. Dispositivo fotovoltaico, según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende un recubrimiento frontal (2b) transparente que recubre la matriz monocapa (3) del concentrador.
- 15 21. Dispositivo fotovoltaico, según la reivindicación 20, caracterizado porque comprende una pluralidad de células solares (4) dispuestas de canto entre el sustrato y el recubrimiento frontal (2b) de manera que sus caras mayores captadores de radiación están en contacto con respectivos bordes de la matriz monocapa (3).
- 20 22. Dispositivo fotovoltaico, según la reivindicación 20, caracterizado porque comprende una pluralidad de células solares (4) dispuestas con sus caras mayores captadoras de radiación orientadas paralelamente al sustrato (2a) y enfrentadas al recubrimiento frontal (2b), y con sus lados internos en contacto con respectivos bordes de de la matriz monocapa (3).
- 25 23. Dispositivo fotovoltaico, según la reivindicación 22, caracterizado porque las células solares (4) y la matriz monocapa (3) están encapsuladas entre el sustrato (2a) y el recubrimiento frontal (2b) mediante un material encapsulante (5).

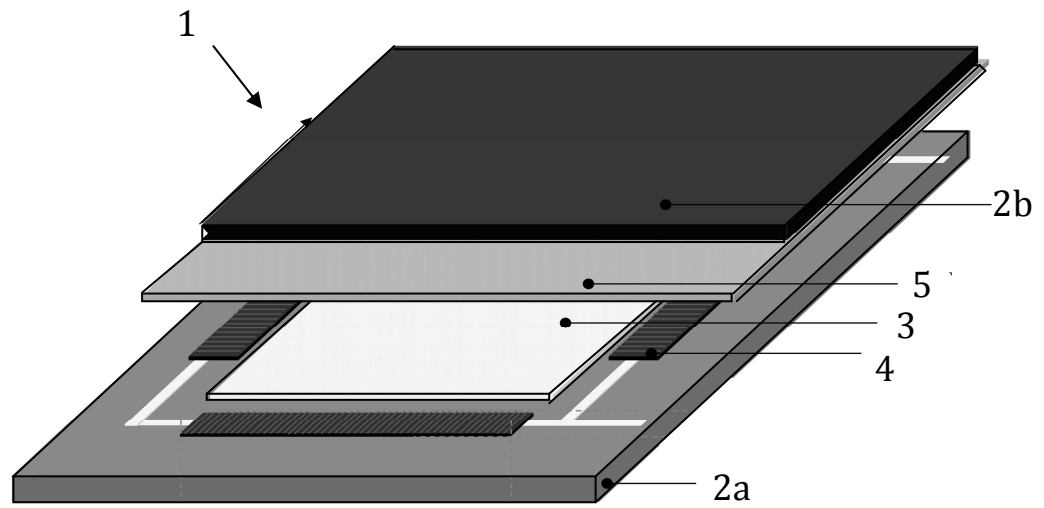


Fig. 1

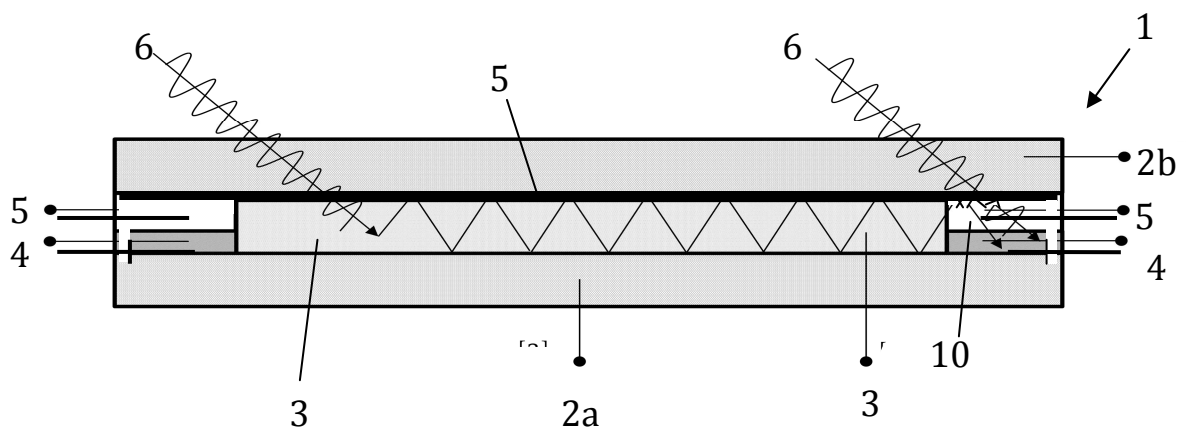


Fig. 2

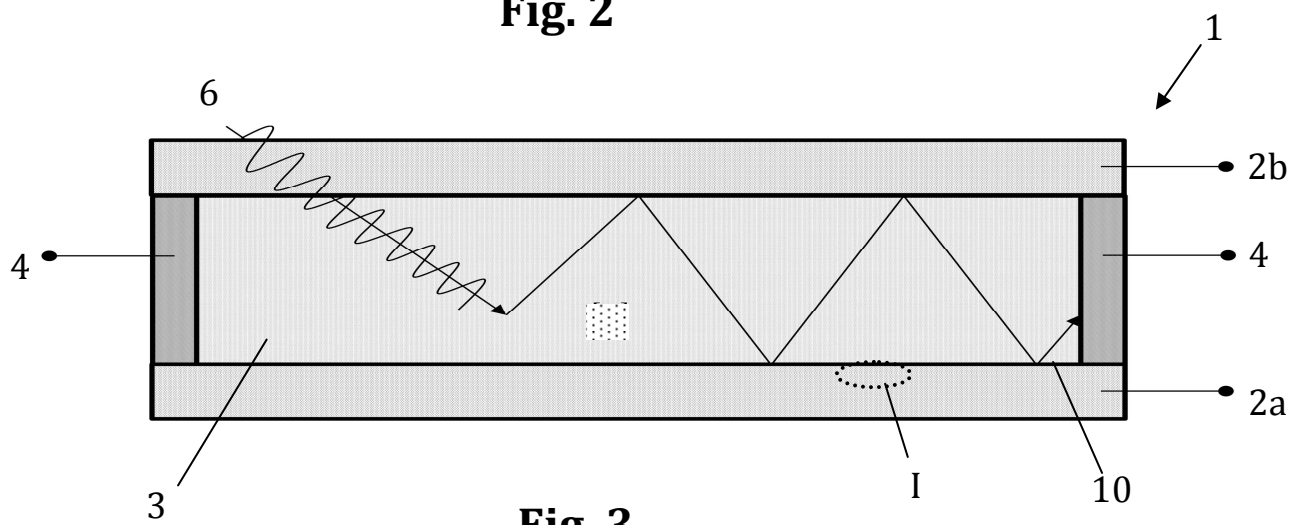


Fig. 3
(I)

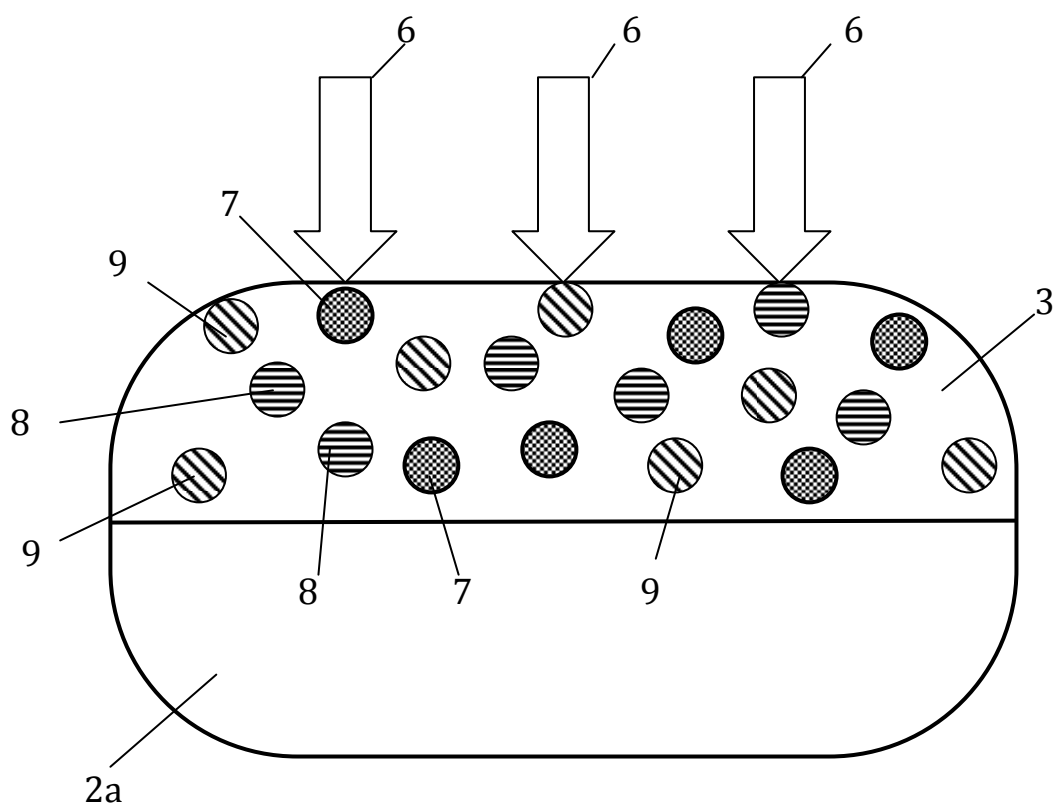


Fig. 4 (I)

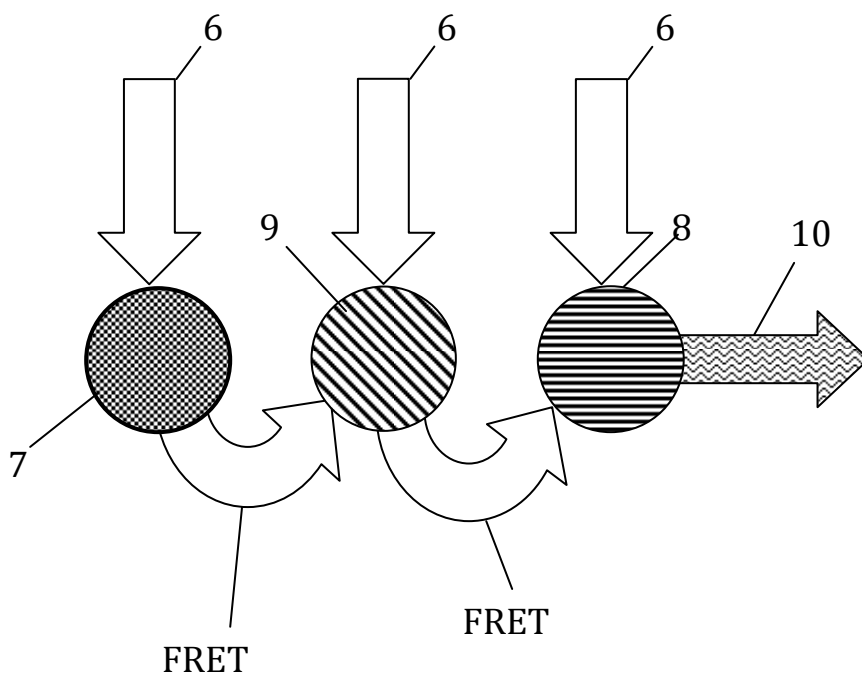


Fig. 5

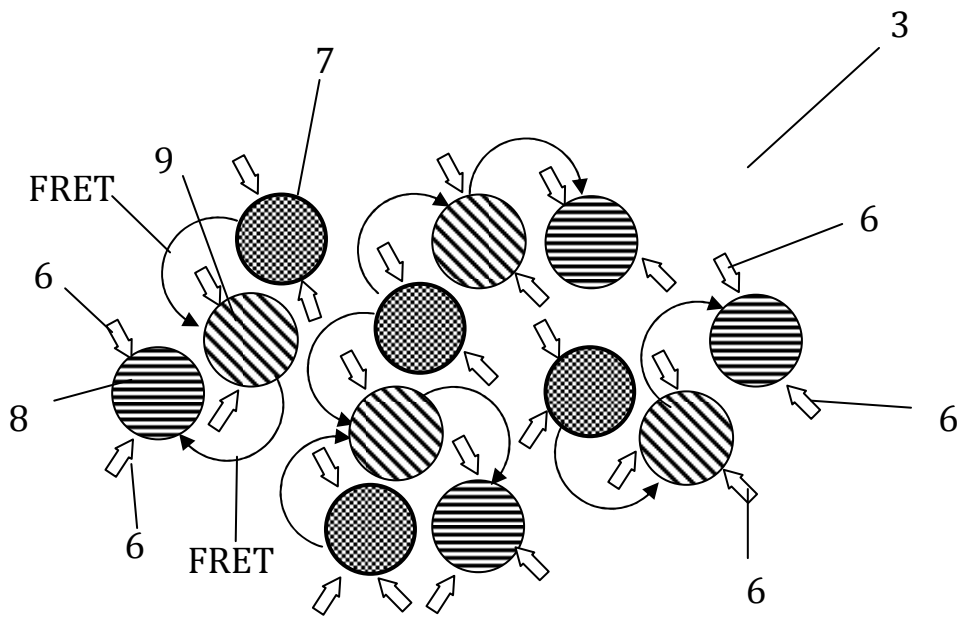


Fig. 6

Fig. 7

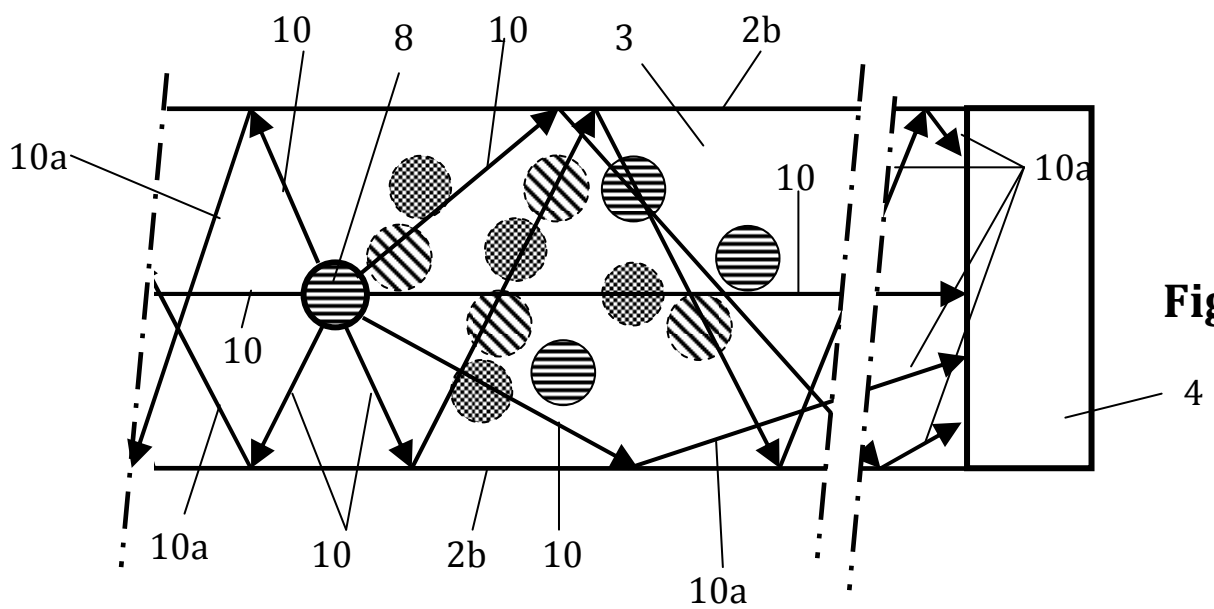
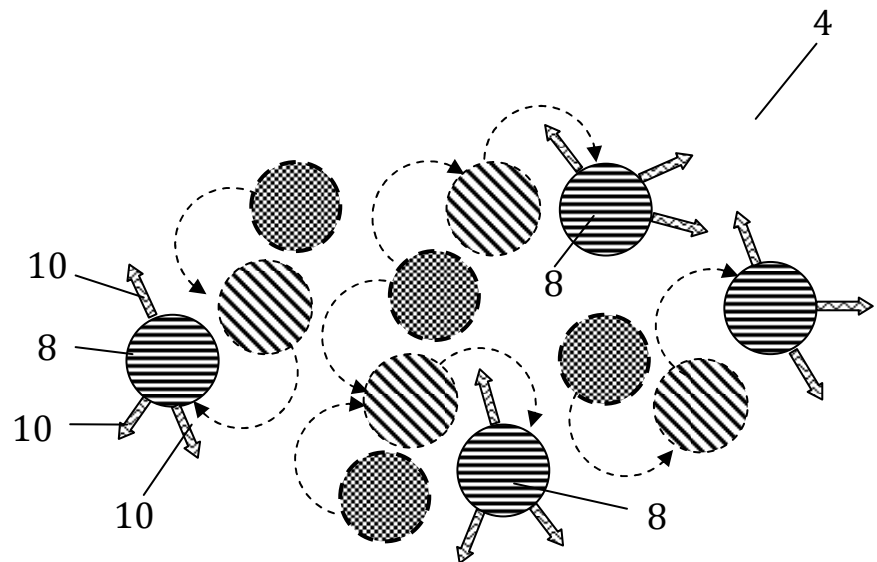


Fig. 8

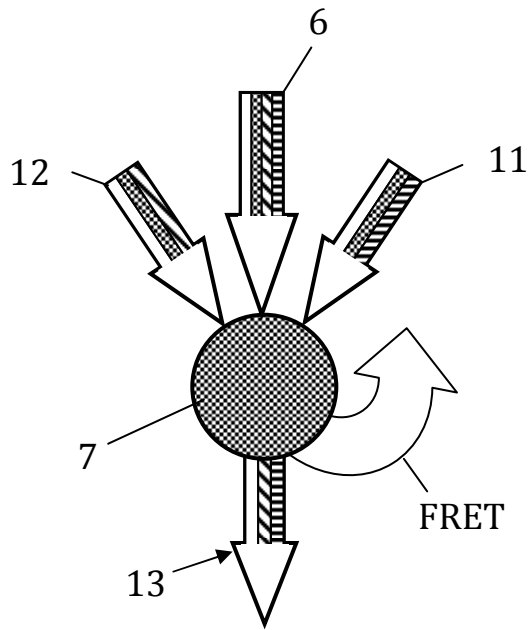


Fig. 9

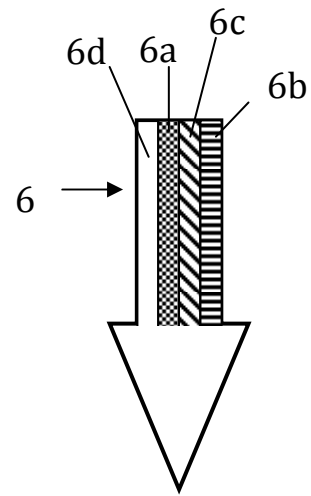


Fig. 10

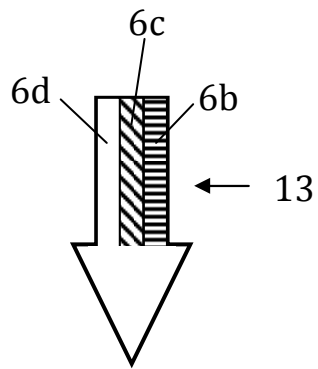


Fig. 11

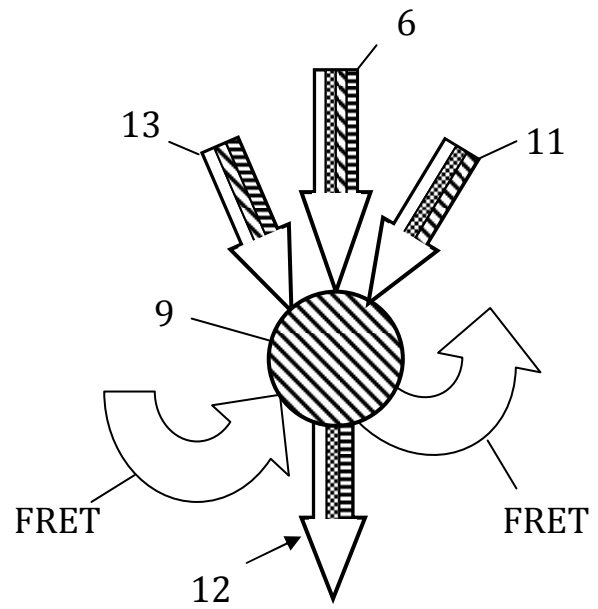


Fig. 12

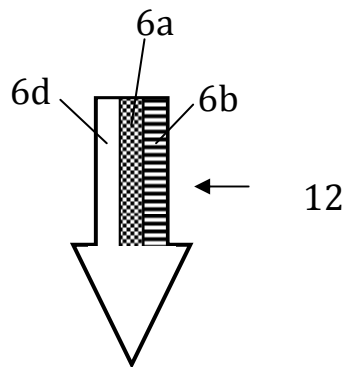


Fig. 13

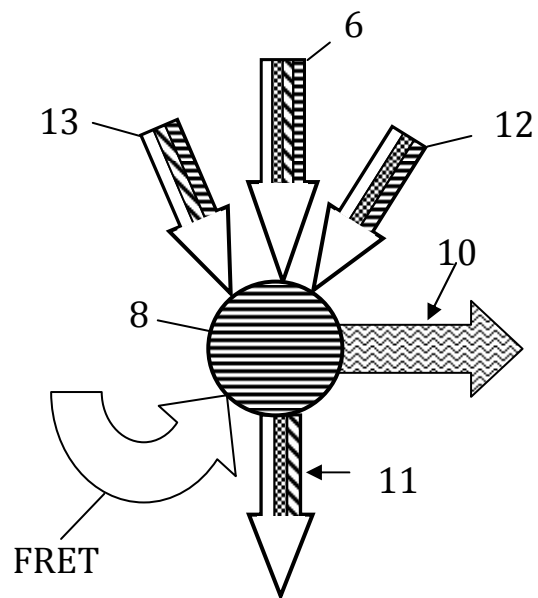


Fig. 14

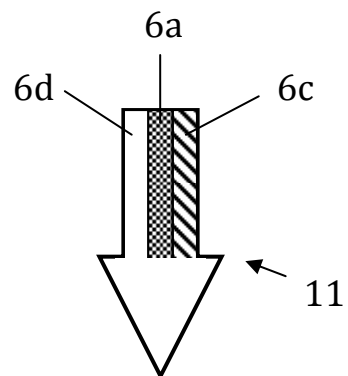


Fig. 15

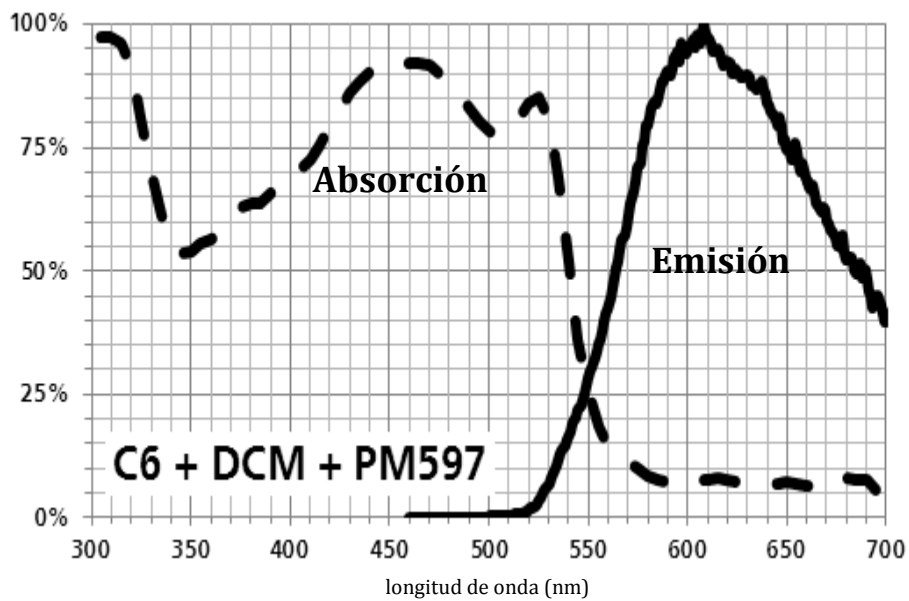


Fig. 16

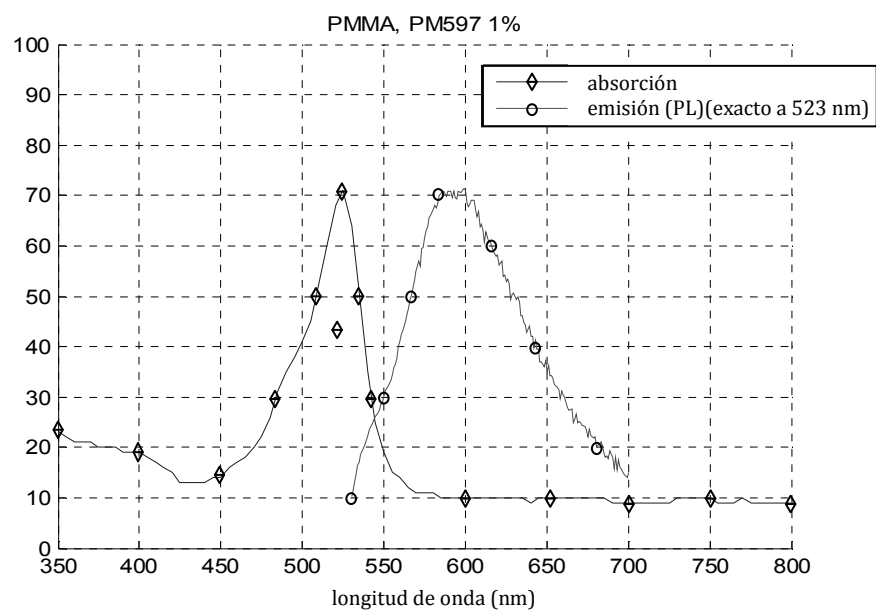


Fig. 17

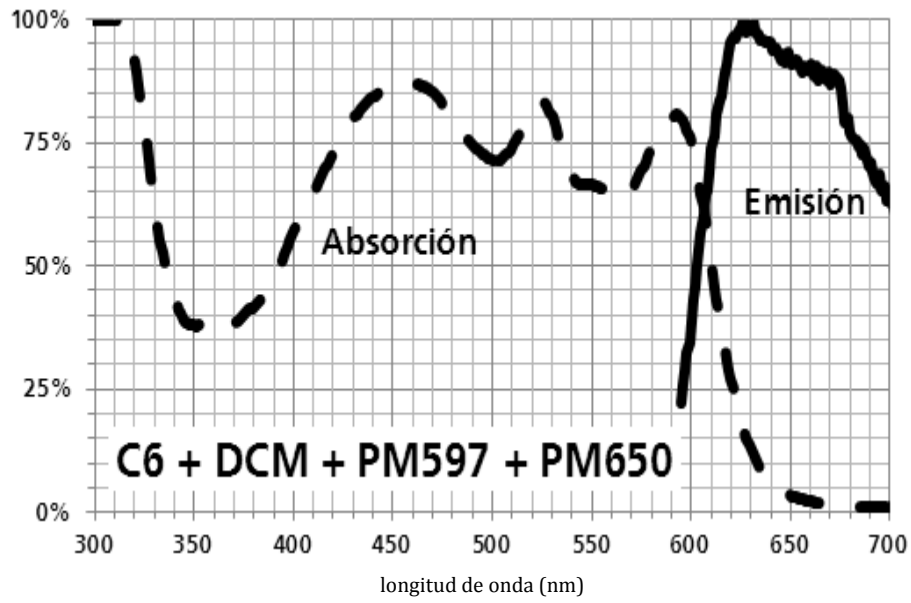


Fig. 18

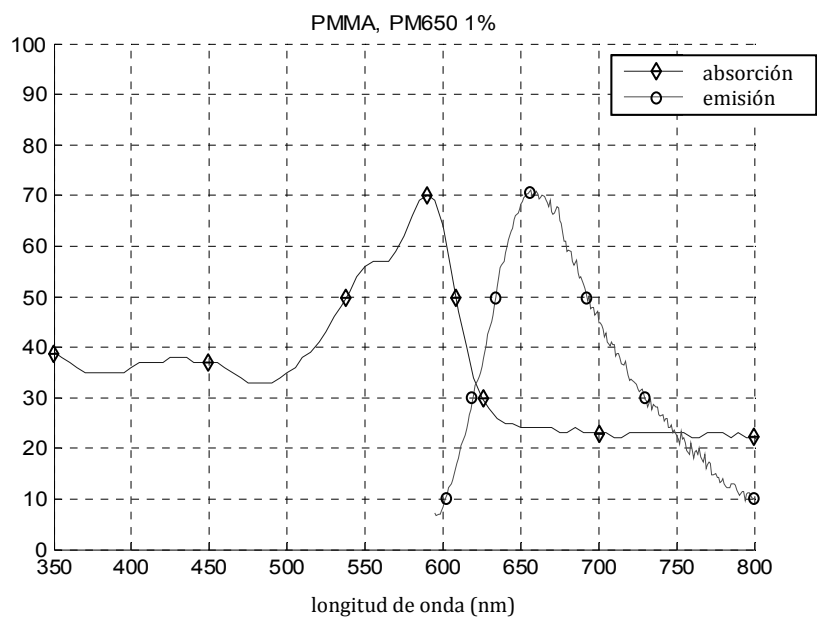


Fig. 19



- ②① N.º solicitud: 201331943
②② Fecha de presentación de la solicitud: 31.12.2013
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H01L31/055** (2014.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y A	US 2010139765 A1 (COVALENT SOLAR INC) 10.06.2010, párrafos [0055],[0056],[0061],[0081],[0096]; figuras	1 2-8,13-23 9-12
Y A	US 2011126889 A1 (IMMUNOLIGHT LLC; UNIV DUKE) 02.06.2011, párrafos [0126],[0177]; resumen.	2-8,13-23 9-12
X Y A	US 2010139749 A1 (COVALENT SOLAR INC) 10.06.2010, párrafos [0012],[0057],[0059],[0079]; figuras.	1 2-8,13-23 9-12
Y	US 2011253198 A1 (WESTERN WASHINGTON UNIVERSITY) 20.10.2011, párrafos [0087],[0247].	6
A	US 2012031466 A1 (BRUER GARRETT) 09.02.2012, párrafos [0025]-[0032].	1-23
X	US 2010139769 A1 (COVALENT SOLAR INC) 10.06.2010, párrafos [0056]-[0058]; resumen.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
29.09.2014

Examinador
L. J. García Aparicio

Página
1/6

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.09.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-12,15-18,20,22,23	SI
	Reivindicaciones 1,13,14,19,21	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 9-12	SI
	Reivindicaciones 1-8, 13-23	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2010139765 A1 (COVALENT SOLAR INC)	10.06.2010
D02	US 2011126889 A1 (IMMUNOLIGHT LLC; UNIV DUKE)	02.06.2011
D03	US 2010139749 A1 (COVALENT SOLAR INC)	10.06.2010
D04	US 2011253198 A1 (WESTERN WASHINGTON UNIVERSITY)	20.10.2011
D05	US 2012031466 A1 (BRUER GARRETT)	09.02.2012
D06	US 2010139769 A1 (COVALENT SOLAR INC)	10.06.2010

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D1, que se considera representa el estado de la técnica más cercano al objeto de la invención, divulga (todas las referencias indicadas se corresponden con el documento D1), un concentrador solar luminiscente (véase el resumen, p[0056]) que comprende un sustrato (148) en el que está dispuesta una matriz de polímero orgánico al semitransparente en el que están distribuidas moléculas orgánicas capaces de absorber radiación solar, estando asociadas mediante interacciones dipolares capaces de transferir energía donde:

- La matriz de polímero orgánico es una matriz monocapa en la que están distribuidos al menos tres grupos de moléculas fluorescentes orgánicas (tres cromóforos párrafo [0081]; figura 4c) asociadas de manera que puedan formar cascadas de transferencia de energía no radiativa mediante transferencia de energía por resonancia de Förster (FRET) (final del párrafo [0122])

Por lo tanto, la materia de la reivindicación 1, carecería de novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 2ª.

El documento D1 no divulga de manera específica tres grupos de moléculas, en particular, un primer grupo que actúan como donores iniciales de energía no radiativa emergente, un segundo grupo o grupo intermedio que actúan como aceptores intermedios de la energía no radiativa de las moléculas fluorescentes del grupo inicial y como donores de energía recibida por las moléculas fluorescentes del grupo terminal, que son capaces de actuar como aceptores finales de energía no radiativa y de re-emitir en base a la energía no radiativa recibida. Sin embargo estaría implícito al contar con varios tipos de moléculas luminiscentes.

Además, el documento D2, divulga que hay una transferencia entre un primer grupo y un segundo grupo (resumen), y que incluso pudiera haber un tercer grupo o material (véase párrafo [0177])

Por lo tanto, resultado de la combinación de los documentos D1 y D2 se obtendría la materia reivindicada, por lo que carecería de Actividad Inventiva según lo establecido en la LP 11/86 Art. 8.1.

Iguales consideraciones se pueden hacer respecto del documento D03,

Reivindicación 3ª

El hecho de que las moléculas fluorescentes del grupo intermedio comprendan unas primeras moléculas intermedias fluorescentes asociadas con las células del grupo inicial mediante interacciones bipolares, y unas segundas moléculas intermedias fluorescentes asociadas con las células del grupo terminal, no es más que una extensión del tipo de células sin efecto técnico alguno no esperado, siendo una opción de diseño evidente para un técnico en la materia.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación 3ª carecería de Actividad Inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 4ª

El hecho de que las células del grupo intermedio además de un primer y un segundo grupo de células comprendan un tercer grupo de células intermedias, se considera igualmente que es una extensión del tipo de células intermedias.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación 3ª carecería de Actividad Inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 5ª

El empleo de Cumarina como moléculas fluorescentes es algo conocido y divulgado:

- En D1 (párrafo [0061])
- En D2 párrafo [0062]
- En D3 párrafos [0012],[0076],[0100]
- En D4 párrafo [0247]

Por lo tanto, la materia de la reivindicación 1, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 6ª

El documento D04 divulga una molécula muy parecida sin llegar a ser exactamente la reivindicada. Salvo efecto técnico no reconocido, la formulación es una mero opción de diseño evidente a un técnico en la materia.

Reivindicación 7ª

El empleo de estireno como moléculas en concentradores solares, es algo de conocido.

- D1, en párrafo [0096]
- D3, párrafo [0114]
- D4, párrafo [0087]

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 8ª

La molécula reivindicada no se ha encontrado como tal en otros documentos, por lo que la materia de esta reivindicación contaría con novedad y actividad inventiva según lo establecido en los Art. 6.1 y 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 9ª y 10ª

En ninguno de los documentos analizados se divulga el uso de pirrometeno y su formulación precisa de la reivindicación 10ª. Por lo tanto, la materia de esta reivindicación contaría con novedad y actividad inventiva según lo establecido en los Art. 6.1 y 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicaciones 11ª y 12ª

Las formulaciones precisas para las primeras, segundas y terceras moléculas fluorescentes dispuestas de manera conjunto no se encuentran ni se deriva de los documentos analizados.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación parecería con novedad y actividad inventiva según lo establecido en los Art. 6.1 y 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 13ª

En el documento D1 (párrafo [0058]) se divulga que el sustrato puede ser transparente.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carecería de Novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 14ª

En el documento D1 (párrafo [0072]) se divulga que el polímero orgánico puede ser poliestireno entre otros.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carecería de Novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 15ª

El hecho de que el sustrato sea una placa de vidrio transparente y que la matriz monocapa es una película de depositada en el sustrato, no son más que meras opciones de diseño evidentes para un técnico en la materia. El empleo de cristal como material de sustrato es algo divulgado por los documentos analizados.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 16ª

El hecho de que las moléculas fluorescentes tengan un peso molecular similar, no es más que una consecuencia de la elección del tipo de moléculas, siendo dicha elección una de entre las evidentes opciones que a un técnico en la materia se le podría ocurrir sin intervención alguna de actividad inventiva.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 17^a

La presencia de cada grupo de moléculas presente en la matriz monocapa en una proporción en peso, no es más que una mera opción de diseño de la que no se deriva efecto técnico alguno que vaya más allá de lo directamente esperado.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 18^a

La disposición de un recubrimiento frontal transparente no es más que una mera opción de diseño evidente para un técnico en la materia.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 19^a

El concentrador solar definido como en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17 en al menos algunas de las combinaciones que pudieran darse no contaría con novedad y/o actividad inventiva.

Reivindicación 20^a

La disposición de un recubrimiento frontal no es más que una mera opción de diseño evidente para un técnico en la materia

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 21^a

La disposición de las células solares sobre el canto del sustrato y quedan en contacto con lo bordes de la matriz monocapa es algo que puede observarse en el documento D4.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carecería de Novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86

Reivindicación 22^a

La disposición particular de las células solares de forma paralela al sustrato, no es más que una mera opción de diseño evidente para un técnico en la materia.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 23^a

El empleo de un material encapsulante para encapsular las células solares y la matriz monocapa no es más que una mera opción evidente para un técnico en la materia

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación, carece de Actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.