(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 609 038**

(51) Int. Cl.:
H01L 31/052 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2013** **PCT/IB2013/061367**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014** **WO14102742**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2013** **E 13830064 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016** **EP 2939274**

(54) Título: **Concentrador solar luminiscente**

(30) Prioridad:

28.12.2012 IT MI20122250

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.04.2017

(73) Titular/es:

ENI S.P.A. (100.0%)
Piazzale E. Mattei 1
00144 Roma, IT

(72) Inventor/es:

GILA, LILIANA;
FUSCO, ROBERTO y
LUCCHELLI, EMILIO

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 609 038 T3

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

DESCRIPCIÓN

Concentrador solar luminiscente

La presente invención se refiere a un concentrador solar luminiscente.

Más específicamente, la presente invención se refiere a un concentrador solar luminiscente (LSC, por sus siglas en inglés) que comprende una microemulsión acuosa que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente.

Dicho concentrador solar luminiscente (LSC) se puede usar ventajosamente en dispositivos solares (es decir dispositivos para explotar la energía solar) tales como, por ejemplo, pilas fotovoltaicas (o pilas solares), pilas fotoelectrolíticas. Dicho concentrador solar luminiscente (LSC) también se puede usar ventajosamente en ventanas fotovoltaicas. Los documentos US2012/0285528 y WO2012/052947 son documentos de la técnica anterior muy relacionados.

En el estado de la técnica, uno de los principales límites en la explotación de la energía de las radiaciones solares está representado por la capacidad de los dispositivos solares para absorber óptimamente sólo radiaciones que tienen longitudes de onda dentro de un intervalo espectral estrecho.

Por ejemplo, frente a un intervalo espectral de radiación solar que se extiende desde longitudes de onda de aproximadamente 300 nm hasta longitudes de onda de aproximadamente 2.500 nm, las pilas fotovoltaicas (o pilas solares) basadas en silicio cristalino, por ejemplo, tienen un área de absorción máxima (espectro eficaz) dentro del intervalo de 900-1.100 nm, mientras que las pilas fotovoltaicas (o pilas solares) poliméricas se pueden dañar cuando se exponen a radiaciones con longitudes de onda inferiores a aproximadamente 500 nm, debido a fenómenos de fotodegradación inducida que se hacen significativos por debajo de este límite. La eficacia de los dispositivos solares del estado de la técnica está típicamente en su máximo dentro de la región espectral que varía de 570 nm a 680 nm (amarillo-naranja).

Las desventajas indicadas previamente implican una eficacia cuántica externa (EQE, por sus siglas en inglés) limitada del dispositivo solar, definida como la relación entre el número de pares electrón-hueco generados en el material semiconductor del dispositivo solar y el número de fotones que inciden sobre el dispositivo solar.

A fin de mejorar la eficacia cuántica externa (EQE) de los dispositivos solares, se han desarrollado dispositivos, es decir concentradores solares luminiscentes (LSC), que, cuando se interponen entre la fuente de radiación solar (el sol) y el dispositivo solar, absorben selectivamente radiaciones incidentes que tienen longitudes de onda fuera del espectro eficaz del dispositivo solar, reemitiendo la energía absorbida en la forma de fotones que tienen una longitud de onda dentro del espectro eficaz. Cuando la energía de los fotones reemitidos por un concentrador solar luminiscente (LSC) es superior que la de los fotones incidentes, el proceso fotoluminiscente, que comprende la absorción de la radiación solar y la posterior reemisión de fotones que tienen una longitud de onda inferior, también se denomina proceso de "conversión al alza". Cuando, por el contrario, la energía de los fotones emitidos por un concentrador solar luminiscente (LSC) es inferior que la de los fotones incidentes, el proceso fotoluminiscente se denomina procedimiento de "desplazamiento a la baja".

Los concentradores solares luminiscentes (LSC) conocidos en el estado de la técnica típicamente están en estado sólido y comprenden un soporte formado por un material transparente, como tal, a las radiaciones de interés (por ejemplo, vidrio transparente o materiales poliméricos transparentes), que comprende compuestos fotoluminiscentes que consisten en compuestos orgánicos o en complejos metálicos. En particular, el soporte es transparente a radiaciones que tienen una frecuencia dentro del espectro eficaz del dispositivo solar.

Dichos compuestos fotoluminiscentes se pueden depositar sobre el soporte de vidrio como una película delgada o, como en el caso de los materiales poliméricos, se pueden dispersar dentro de la matriz polimérica. Alternativamente, la matriz polimérica se puede funcionalizar directamente con grupos cromóforos fotoluminiscentes.

Idealmente, a fin de ser usados en concentradores solares luminiscentes (LSC), los compuestos fotoluminiscentes deben tener las siguientes características:

- alta eficacia cuántica luminiscente (Φ) [(Φ) se define según la siguiente ecuación (1) como la relación entre el número de fotones emitidos y el números de fotones absorbidos por una molécula luminiscente, por unidad de tiempo, y tiene un valor máximo igual a 1]: (Φ) = número de fotones emitidos/número de fotones absorbidos (1);
- banda de absorción ancha;
- alto coeficiente de extinción molar (ε);
- banda de emisión en la región espectral en la que el dispositivo solar es lo más eficaz;
- bandas de absorción y emisión bien separadas, que se pueden obtener, por ejemplo, gracias a un desplazamiento de Stokes definido como la diferencia, normalmente medida en unidades de frecuencia

(cm^{-1}), entre las posiciones espectrales de los valores máximos de la banda de absorción y de la banda de emisión, para evitar o minimizar fenómenos de autoabsorción.

También se conocen concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido. Dichos concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido consisten típicamente en un recipiente con paredes transparentes, como tales, a las radiaciones de interés (por ejemplo, vidrio transparente o materiales poliméricos transparentes), que está cargado con una solución, generalmente una solución en un disolvente orgánico tal como, por ejemplo, tolueno, metanol, etanol, cloroformo, diclorobenceno, que comprende compuestos fotoluminiscentes que consisten en compuestos orgánicos o complejos metálicos. En particular dichas paredes son transparentes a radiaciones que dispositivo solar.

Concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido se describen, por ejemplo, en el artículo de Sholin Y. et al., publicado en "*Journal of Applied Physics*" (2007), Vol. 101, páginas 123114-1-123114-9. En dicho artículo, se comparan los comportamientos, en particular, de concentradores solares luminiscentes (LSC) que comprenden polímeros semiconductores (p. ej., MDMO-PPV, MEH-DOOPPV, polifluoreno rojo), o "*puntos cuánticos*" (p. ej., CdSe/ZnS, CdHgTe) con los de concentradores solares luminiscentes (LSC) que comprenden un colorante fotoluminiscente, es decir rodamina B, seleccionado como referencia. Con este fin, los polímeros semiconductores anteriores se disuelven en clorobenceno, los "*puntos cuánticos* " anteriores se dispersan en tolueno, mientras que la rodamina B se disuelve en una mezcla que consiste en carbonato de propileno y etilenglicol. La eficacia óptica de dichas soluciones se mide usando "dispositivos líquidos" construidos al "curvar" una varilla de vidrio a fin de formar un marco rectangular y pegarlo entre dos portaobjetos de microscopio obteniendo una "caja de vidrio" que tiene las dimensiones de 2,5 cm x 7,5 cm x 0,5 cm e introducir la solución del compuesto que se va a analizar en dicha "caja de vidrio" a través de una pequeña abertura que a continuación se sella. Los datos obtenidos muestran que los polímeros semiconductores (p. ej., MDMO-PPV, MEH-DOOPPV, polifluoreno rojo) tienen superposiciones reducidas entre las bandas de emisión y absorción y por consiguiente una autoabsorción reducida; por otra parte, su absorción se puede controlar y sus períodos de validez en los estados excitados son mayores. Con respecto a los "*puntos cuánticos*", por otra parte, se cree que los disponibles comercialmente no se pueden usar convenientemente como compuestos fotoluminiscentes para concentradores solares luminiscentes (LSC) ya que tienen una alta autoabsorción y su rendimiento cuántico es bajo. En dicho artículo, por lo tanto, se afirma que los polímeros semiconductores anteriores se pueden usar ventajosamente en concentradores solares luminiscentes (LSC).

Concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido también se describen en el artículo de Kennedy M. et al., publicado en "*Proceedings of the 23rd European Fotovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*", páginas 390-393, 1-5 de septiembre de 2008, Valencia, España. En dicho artículo, se estudian concentradores solares luminiscentes (LSC) que comprenden diversos colorantes en concentraciones adecuadas a fin de incrementar la absorción del espectro solar con respecto a concentradores solares luminiscentes (LSC) que comprenden un solo colorante. Sin embargo, el uso de diversos colorante tiene desventajas tales como, por ejemplo, pérdida de eficacia debida a efectos de autoabsorción. A fin de optimizar el tipo y la cantidad de los colorantes que se van a usar en la construcción de concentradores solares luminiscentes (LSC) que comprenden más de un colorante, se usó por lo tanto un modelo de Montecarlo adecuadamente modificado. Las predicciones de este modelo se verificaron a continuación experimentalmente usando concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido ya que estos, a diferencia de aquellos en estado sólido, que consisten generalmente en un polímero transparente "impurificado" con colorantes fotoluminiscentes, permiten que las medidas se realicen más simplemente y exactamente. Para dicho fin, se examinaron soluciones en cloroformo de colorantes basados en perileno y de colorantes de Basf (p. ej., Lumogen ® Yellow 170, Orange 240, Red 305), a diferentes concentraciones. Las soluciones así preparadas se introdujeron en un concentrador solar luminiscente (LSC) que consistía en una cubeta de cuarzo que tenía unas dimensiones de 10 cm x 4 cm x 0.5 cm y en una pila fotovoltaica de silicio que tenía unas dimensiones de 2 cm x 0,3 cm situada en una cara de la cubeta.

A partir de lo que se especifica anteriormente, se puede deducir que los concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido conocidos en la bibliografía tienen pequeñas dimensiones con un volumen de disolvente usado relativamente reducido, adecuado para medidas de laboratorio. La preparación de concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido a gran escala adecuados, por ejemplo, para dispositivos solares o para ventanas fotovoltaicas, implica por lo tanto el uso no solo de grandes volúmenes de disolventes tóxicos y/o inflamables tales como, por ejemplo, tolueno, diclorobenceno, cloroformo, metanol, sino también de altas cantidades de compuestos fotoluminiscentes, a fin de obtener altas concentraciones de los mismos, a fin de mejorar los comportamientos de los dispositivos solares o de las ventanas fotovoltaicas que comprenden dichos concentradores solares luminiscentes (LSC).

Por lo tanto, el Solicitante ha considerado el problema de encontrar concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido, capaces de vencer las desventajas anteriores.

El Solicitante ha encontrado ahora que se pueden obtener concentradores solares luminiscentes (LSC) en estado líquido usando microemulsiones acuosas que comprenden al menos un compuesto fotoluminiscente. El uso de dichas microemulsiones acuosas permite limitar el uso de disolventes tóxicos y/o inflamables. Por otra parte, el uso de dichas microemulsiones acuosas permite alcanzar altas concentraciones de compuestos fotoluminiscentes locales (es decir altas concentraciones de compuestos fotoluminiscentes dentro de las micelas de las

microemulsiones), sin tener que adoptar altas cantidades de compuestos fotoluminiscentes. Por otra parte, dichas microemulsiones acuosas se pueden sustituir fácilmente al final de su período de validez sin tener que sustituir todo el dispositivo solar o la ventana fotovoltaica, con los consiguientes costes de mantenimiento inferiores. Los concentradores solares luminiscentes (LSC) así obtenidos son capaces de mejorar los comportamientos de dispositivos solares tales como, por ejemplo, pilas fotovoltaicas (o pilas solares) y pilas fotoelectrolíticas. Por otra parte, dichos concentradores solares luminiscentes (LSC) se pueden usar ventajosamente en ventanas fotovoltaicas.

Un objetivo de la presente invención se refiere por lo tanto a un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende una microemulsión acuosa que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente.

Para el fin de la presente descripción y de las reivindicaciones siguientes, las definiciones de los intervalos numéricos siempre comprenden los extremos a menos que se especifique otra cosa.

Para el fin de la presente descripción y de las reivindicaciones siguientes, el término "que comprende" también incluye los términos "que consiste esencialmente en" o "que consiste en".

Para el fin de la presente descripción y de las reivindicaciones siguientes, el término "microemulsión" se refiere a una emulsión en la que la fase dispersada está distribuida en la fase dispersante en la forma de micelas que tienen un diámetro que varía de 1 nm a 100 nm, preferiblemente que varía de 2 nm a 10 nm.

Según una realización preferida de la presente invención, dicha microemulsión acuosa puede comprender:

- de 20% en peso a 90% en peso, preferiblemente de 50% en peso a 70% en peso, de agua, con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua;
- de 3% en peso a 25% en peso, preferiblemente de 10% en peso a 15% en peso, de al menos un tensioactivo, con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua;
- de 6% en peso a 50% en peso, preferiblemente de 20% en peso a 30% en peso, de al menos un cotensioactivo, con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua;
- de 1% en peso a 90% en peso, preferiblemente de 5% en peso a 20% en peso, de al menos un disolvente orgánico inmiscible con agua, con respecto al peso total de disolvente orgánico inmiscible con agua + agua;
- de 0,02% en peso a 2% en peso, preferiblemente de 0,1% en peso a 0,5% en peso, de al menos un compuesto fotoluminiscente, con respecto al peso total de compuesto fotoluminiscente + disolvente orgánico inmiscible con agua.

Compuestos fotoluminiscentes que se pueden usar para el fin de la presente invención se pueden seleccionar de compuestos fotoluminiscentes que absorben en el infrarrojo y que son solubles y estables en los disolventes orgánicos inmiscibles con agua indicados posteriormente en la presente memoria. Compuestos fotoluminiscentes que se pueden usar ventajosamente para el fin de la presente invención son, por ejemplo, compuestos conocidos con el nombre comercial Lumogen® de Basf, compuestos de aceno descritos en la solicitud de patente internacional WO 2011/048458 en nombre del Solicitante, compuestos de benzotiadiazol.

Según una realización preferida de la presente invención, dicho compuesto fotoluminiscente se puede seleccionar, por ejemplo, de compuestos de benzotiadiazol, compuestos de aceno o mezclas de los mismos. Preferiblemente, dicho compuesto fotoluminiscente se puede seleccionar de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB), 9,10-difenilantraceno (DPA) o mezclas de los mismos.

Según una realización preferida de la presente invención, dicho tensioactivo se puede seleccionar de tensioactivos aniónicos tales como, por ejemplo, dodecilsulfato sódico (SDS), octadecilsulfato sódico, nonilfenol-éter-sulfato o mezclas de los mismos. Se prefiere el dodecilsulfato sódico (SDS).

Según una realización preferida de la presente invención, dicho cotensioactivo se puede seleccionar, por ejemplo, de alcoholes tales como, por ejemplo, 1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol, 1-octanol, o mezclas de los mismos. Se prefiere el 1-butanol.

Según una realización preferida de la presente invención, dicho disolvente orgánico inmiscible con agua se puede seleccionar de disolventes orgánicos inmiscibles con agua tales como, por ejemplo, tolueno, ciclohexano, heptano o mezclas de los mismos. Se prefiere el tolueno.

Las microemulsiones anteriores se pueden preparar según métodos conocidos en la técnica como los descritos, por ejemplo, por: Lang J. et al., en "*Journal of Physical Chemistry*" (1980), Vol. 84 (12), páginas 1541-1547; Ramos G. R. et al., en "*Analytica Chimica Acta*" (1988), Vol. 208, páginas 1-19; Shao G. Q. et al., en "*Chinese Chemical Letters*" (2001), Vol. 12 (12), páginas 1109-1112; Oliveira M. E. C. D. R. et al., en "*Journal of Molecular Structure*" (2001), Vol. 563-564, páginas 443-447.

Según una realización preferida de la presente invención, dicho concentrador solar luminiscente (LSC) comprende:

- una pila para líquidos en un material transparente, teniendo dicha pila cuatro caras y provista de al menos un orificio, preferiblemente dos orificios, en al menos una de las cuatro caras, preferiblemente en la misma cara;
- al menos una microemulsión acuosa que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente contenido en dicha pila para líquidos.

El material transparente que se puede usar para el fin de la presente invención se debe seleccionar de materiales transparentes que no deben ser solubles en la microemulsión acuosa contenida en dicha pila para líquidos, que no deben interactuar con dicha microemulsión acuosa y que deben ser estables a la temperatura de uso del concentrador solar luminiscente y, más generalmente, bajo las condiciones ambientales en las que se usa.

Según una realización preferida de la presente invención, dicho material transparente se puede seleccionar, por ejemplo, de: vidrio transparente tal como, por ejemplo, sílice, cuarzo, alúmina, titania o mezclas de los mismos. Se prefieren sílice y cuarzo.

Dicha microemulsión acuosa se define anteriormente.

Dichos concentradores solares luminiscentes (LSC) se puede preparar por medio de procedimientos conocidos en la especialidad descritos, por ejemplo, en el artículo de Kennedy M. et al. indicado anteriormente, publicado en "*Proceedings of the 23rd European Fotovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*", páginas 390-393, 1-5 de septiembre de 2008, Valencia.

Un objetivo adicional de la presente invención se refiere a un dispositivo solar que comprende un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende una microemulsión acuosa que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente.

Según un aspecto adicional, la presente invención se refiere a un dispositivo solar que comprende al menos una pila fotovoltaica (o pila solar) o al menos una pila fotoelectrolítica situada sobre los bordes de un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende:

- una pila para líquidos en material transparente, teniendo dicha pila cuatro caras y provista de al menos un orificio, preferiblemente dos orificios, en al menos una de las cuatro caras, preferiblemente en la misma cara;
- al menos una microemulsión acuosa, que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente contenido dentro de dicha pila para líquidos.

Dicho material transparente y dicha microemulsión acuosa se definen anteriormente.

La presente invención se ilustrará ahora con más detalle por medio de una realización con referencia a la Figura 1 proporcionada posteriormente.

La Figura 1 representa una vista frontal (1a) de un concentrador solar luminiscente (LSC) (1) objeto de la presente invención y una vista lateral (1b) de un dispositivo solar (2) objeto de la presente invención.

Con referencia a la vista frontal (1a) representada en la Figura 1, el concentrador solar luminiscente (LSC) (1) comprende una pila para líquidos (2) hecha de un material transparente (p. ej., cuarzo), dos orificios en la cara superior (no representados en la Figura 1) cerrados con dos tapones (3), una microemulsión acuosa que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente [p. ej., 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) o una mezcla de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) y 9,10-difenilantraceno (DPA)] (4), contenido en dicha pila para líquidos (2).

Con referencia a la vista lateral (1b) representada en la Figura 1, el dispositivo solar (5) comprende un concentrador solar que comprende una pila para líquidos (2) hecha de un material transparente (p. ej., cuarzo), dos orificios en la cara superior (no representados en la Figura 1) cerrados con dos tapones (3) [sólo un tapón es visible en la vista lateral (1b)], una microemulsión acuosa que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente [p. ej., 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) o una mezcla de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) y 9,10-difenilantraceno (DPA)] (4), contenido en dicha pila para líquidos, una pila fotovoltaica (o pila solar) (6) [p. ej., pila fotovoltaica (o pila solar) de silicio] situada en una de las caras de dicha pila para líquidos (2), un amperímetro (7) conectado a dicha pila fotovoltaica (o pila solar) (6).

Algunos ejemplos ilustrativos y no limitativos se proporcionan posteriormente para una mejor comprensión de la presente invención y para su realización práctica.

En los siguientes ejemplos, se usaron las técnicas analíticas y los métodos de caracterización listados posteriormente.

Índice de refracción (nD)

El índice de refracción de las microemulsiones acuosas que incluyen al menos un compuesto fotoluminiscente obtenidas se midió usando un refractómetro ATAGO RX7000CX, que funcionaba a 20°C y una longitud de onda (λ) igual a 589,3 nm [longitud de onda (λ) de la luz incidente de una lámpara de sodio (Na)].

Radio micelar (rm, por sus siglas en inglés)

El radio micelar de las microemulsiones acuosas que incluyen al menos un compuesto fotoluminiscente obtenidas se midió usando un granulómetro de dimensionamiento Zeta (PCS – ángulo de medida 173°) sobre microemulsiones filtradas sobre un filtro que tiene un diámetro igual a 0,22 µm.

En los siguientes:

- el 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) se sintetizó según se describe en el Ejemplo 1 de la solicitud de patente internacional WO 2012/007834 en nombre del Solicitante;
- el 9,10-difenilantraceno (DPA) es de Sigma - Aldrich.

Ejemplos

Ejemplo 1

Preparación de microemulsiones que incluyen 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB)

Microemulsiones EM2 - EM3 - EM4 - EM5 - EM6 - EM9 - EM12 - EM15

Se vertieron en un matraz de 100 ml 13 ml de una solución 0,6 M de dodecilsulfato sódico (SDS) (Acros Organics 98%) en agua pura MilliQ (MQ - Millipore). Posteriormente, se añadieron, secuencialmente, 5,7 ml de 1-butanol (Acros Organics 99%) y un volumen adecuado ($Vol._{sol.}$) de una solución de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) en tolueno (Carlo Erba), a una concentración adecuada para obtener una concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol en la microemulsión ($[DTB]_{microemuls.}$) igual a 2 x 10^{-3} M (EM2, EM3, EM4, EM5, EM6, EM12 y EM15), o igual a 3,3 x 10^{-4} M (EM9): las cantidades de solución ($Vol._{sol.}$), la concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol ($DTB_{conc.}$) y la concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzo-tiadiazol en la microemulsión ($[DTB]_{microemuls.}$) se indican en la Tabla 1.

Las microemulsiones obtenidas se sometieron a medidas del índice de refracción (nD) y del radio micelar (rm) [el radio micelar (rm) no se midió en el caso de las microemulsiones EM2, EM3 y EM4] trabajando como se describe anteriormente: los datos obtenidos se presentan en la Tabla 1.

Microemulsiones EM7 - EM8

Se vertieron en un matraz de 100 ml 10 ml de una solución 0,95 M de dodecilsulfato sódico (SDS) (Acros Organics 98%) en agua pura MilliQ (MQ - Millipore). Posteriormente se añadieron, secuencialmente, 6,7 ml de 1-butanol (Acros Organics 99%) y un volumen adecuado ($Vol._{sol.}$) de una solución de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol en tolueno (Carlo Erba), a una concentración adecuada para obtener una concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol en la microemulsión ($[DTB]_{microemuls.}$) igual a 2 x 10^{-3} M: las cantidades de solución ($Vol._{sol.}$), la concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol ($DTB_{conc.}$) y la concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzo-tiadiazol en la microemulsión ($[DTB]_{microemuls.}$) se indican en la Tabla 1.

Las microemulsiones obtenidas se sometieron a medidas del índice de refracción (nD) y del radio micelar (rm) trabajando como se describe anteriormente: los datos presentados se indican en la Tabla 1.

Ejemplo 2

Preparación de microemulsiones que incluyen 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) y 9,10-difenilantraceno (DPA)

Microemulsiones EM10 - EM14

Se vertieron en un matraz de 100 ml 13 ml de una solución 0,6 M de dodecilsulfato sódico (SDS) (Acros Organics 98%) en agua pura MilliQ (MQ - Millipore). Posteriormente se añadieron, secuencialmente, 5,7 ml de 1-butanol (Acros Organics 99%) y un volumen adecuado ($Vol._{sol.}$) de una solución de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol y 9,10-difenilantraceno (DPA) en tolueno (Carlo Erba), a una concentración adecuada ($DTB_{conc.}$ y $DPA_{conc.}$) para obtener una concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) en la microemulsión ($[DTB_{microemuls.}$) igual al 1,8 x 10^{-3}M y una concentración de 9,10-difenilantraceno (DPA) en la microemulsión ($[DPA]_{microemuls.}$) igual a 1,8 x 10^{-3}M: las cantidades de solución ($Vol._{sol.}$), la concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzotiadiazol ($DTB_{conc.}$) y 9,10-difenilantraceno ($DPA_{conc.}$) y la concentración de 4,7-di-2-tienil-2,1,3-benzo-tiadiazol ($[DTB]_{microemuls.}$) y 9,10-difenilantraceno ($[DPA]_{microemuls.}$) en la microemulsión se presentan en la Tabla 2.

Las microemulsiones obtenidas se sometieron a medidas del índice de refracción (nD) y del radio micelar (rm) trabajando como se describe anteriormente: los datos obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Ejemplo 3

Medidas de la potencia ($P_{máx}$)

Las medidas de potencia de las microemulsiones obtenidas anteriormente en el Ejemplo 1 y el Ejemplo 2 se llevaron a cabo usando una cubeta de cuarzo Hellma que tenía unas dimensiones de 10 cm x 10 cm x 0,6 cm (camino óptico: 1 mm) cargada con 8,1 ml de una microemulsión que se iba a analizar. Una pila fotovoltaica IXYS-XOD17 que tenía una superficie de 1,2 cm^2 conectada a un amperímetro se aplicó sobre un borde de la cubeta.

La superficie de la cubeta se iluminó a continuación, con una fuente de luz que usaba un simulador solar ABET mod. SUN 2000 equipado con una lámpara de xenón OF de 550 vatios que tenía una potencia igual a 1 sol (1.000 W/m^2), durante 10 segundos. Se llevó a cabo una primera medida, iluminando toda la cubeta (10 cm x 10 cm) y se midió la potencia eléctrica generada debido a la iluminación.

A continuación, se llevaron a cabo medidas de la potencia, cubriendo superficies de la cubeta que tenían un área variable, con un revestimiento opaco (protección), a una distancia creciente del borde sobre el que se fijaba la pila fotovoltaica (total de 11 medidas). Estas medidas, llevadas a cabo bajo condiciones de cubrición variables, permiten cuantificar y a continuación sustraer la contribución de posibles efectos de difusión de la guía de ondas, el borde o múltiples debidos al soporte.

La curva de intensidad luminosa (medida en amperios) – corriente producida (medida en voltios) (curvas I/V indicadas en la Figura 2) se registró para cada porción de cubeta iluminada, y la potencia eficaz de la pila fotovoltaica se calculó a partir de esta (curvas indicadas en la Figura 3): posteriormente, la potencia eficaz ($P_{máx}$) se normalizó por cm^2 de superficie iluminada y los valores obtenidos se presentan en la Tabla 1 y la Tabla 2.

Tabla 1

Microemulsión	($Vol._{sol.}$) (ml)	($DTB_{conc.}$) (M)	($DTB_{microemls.}$) (M)	nD	$P_{máx}$ (mW/cm^2)	rm (nm)
EM2	3,7	0,010	$2x10^{-3}$	1,385	0,065	-
EM3	1,0	0,040	$2x10^{-3}$	1,374	0,056	-
EM4	3,7	0,010	$2x10^{-3}$	1,388	0,067	-
				1,386[(a)]		
EM5	3,7	0,010	$2x10^{-3}$	1,388 1,3865[(b)]	0,068	3,62±0,02
EM6	1,0	0,040	$2x10^{-3}$	1,374	0,044	2,10±0,01
EM7	1,3	0,028	$2x10^{-3}$	1,386	0,061	4,65±0,07
EM8	7,7	0,0063	$2x10^{-3}$	1,414	0,075	2,45±0,02
EM9	3,7	0,002	$3,3x10^{-4}$	1,3875	0,043	3,50±0,03
EM12	1,9	0,02	$2x10^{-3}$	1,378	0,057	2,60±0,1
EM15	4,2	0,01	$2x10^{-3}$	1,390	0,064	5,6±0,3

[(a)]: índice de refracción (nD) medido después de 5 meses;

[(b)]: índice de refracción (nD) medido después de 2 meses.

Tabla 2

Microemulsión	($Vol._{sol.}$) (ml)	($DTB_{conc.}$) (M)	($DTB_{microemuls.}$) (M)	($DPA_{conc.}$) (M)	($DPA_{microemuls.}$) (M)	nD	$P_{máx}$ (mW/cm^2)	rm (nm)
EM10	4,2	0,010	$1,8x10^{-3}$	0,010	$1,8x10^{-3}$	1,389	0,070	3,58±0,01
EM14	4,2	0,010	$1,8x10^{-3}$	0,010	$1,8x10^{-3}$	1,390	0,071	4,42±0,08

REIVINDICACIONES

1. Un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende una microemulsión acuosa que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente, en donde dicha microemulsión acuosa comprende:

- de 20% en peso a 90% en peso de agua con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua;
- de 3% en peso a 25% en peso de al menos un tensioactivo con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua;
- de 6% en peso a 50% en peso de al menos un cotensioactivo con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua;
- de 1% en peso a 90% en peso de al menos un disolvente orgánico inmiscible con agua con respecto al peso total de disolvente orgánico inmiscible con agua + agua;
- de 0,02% en peso a 2% en peso de al menos un compuesto fotoluminiscente con respecto al peso total de compuesto fotoluminiscente + disolvente orgánico inmiscible con agua.

2. El concentrador solar luminiscente (LSC) según la reivindicación 1, en el que dicha microemulsión acuosa comprende de 50% en peso a 70% en peso de agua con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua.

3. El concentrador solar luminiscente (LSC) según la reivindicación 1 o 2, en el que dicha microemulsión acuosa comprende de 10% en peso a 15% en peso de al menos un tensioactivo con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua.

4. El concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, en el que dicha microemulsión acuosa comprende de 20% en peso a 30% en peso de al menos un cotensioactivo con respecto al peso total de tensioactivo + cotensioactivo + agua.

5. El concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, en el que dicha microemulsión acuosa comprende de 5% en peso a 20% en peso de al menos un disolvente orgánico inmiscible con agua con respecto al peso total de disolvente orgánico inmiscible con agua + agua.

6. El concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, en el que dicha microemulsión acuosa comprende de 0,1% en peso a 0,5% en peso de al menos un compuesto fotoluminiscente con respecto al peso total de compuesto fotoluminiscente + disolvente orgánico inmiscible con agua.

7. El concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que dicho compuesto fotoluminiscente se selecciona de compuestos de benzotiadiazol, compuestos de aceno o mezclas de los mismos.

8. El concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7, en el que dicho tensioactivo se selecciona de tensioactivos aniónicos tales como dodecilsulfato sódico (SDS), octadecilsulfato sódico, nonilfenol-éter-sulfato o mezclas de los mismos.

9. El concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 8, en el que dicho cotensioactivo se selecciona de alcoholes tales como 1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol, 1-octanol o mezclas de los mismos.

10. El concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 9, en el que dicho disolvente orgánico inmiscible con agua se selecciona de disolventes orgánicos inmiscibles con agua tales como tolueno, ciclohexano, heptano o mezclas de los mismos.

11. Un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende:

- una pila para líquidos en material transparente, teniendo dicha pila cuatro caras y provista de al menos un orificio, preferiblemente dos orificios, en al menos una de las cuatro caras, preferiblemente en la misma cara;
- al menos una microemulsión acuosa, que incluye al menos un compuesto fotoluminiscente contenido en dicha pila para líquidos, definiéndose dicha emulsión acuosa mediante cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 10.

12. El concentrador solar luminiscente (LSC) según la reivindicación 11, en el que dicho material transparente se selecciona de: vidrio transparente tal como sílice, cuarzo, alúmina, titania o mezclas de los mismos.

13. Un dispositivo solar que comprende al menos una pila fotovoltaica (o pila solar) o al menos una pila fotoelectrolítica situada sobre los bordes de un concentrador solar luminiscente (LSC) según cualquiera de las reivindicaciones previas.

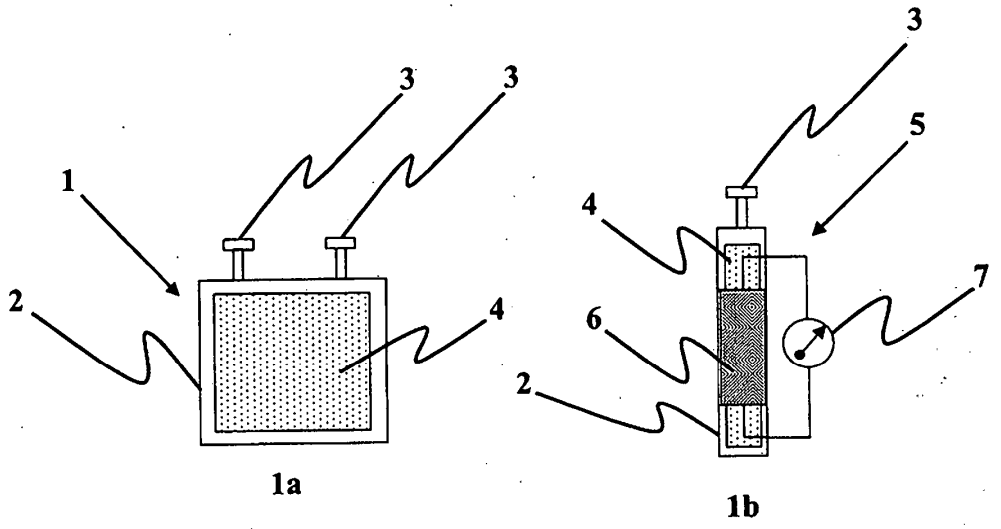

Fig. 1

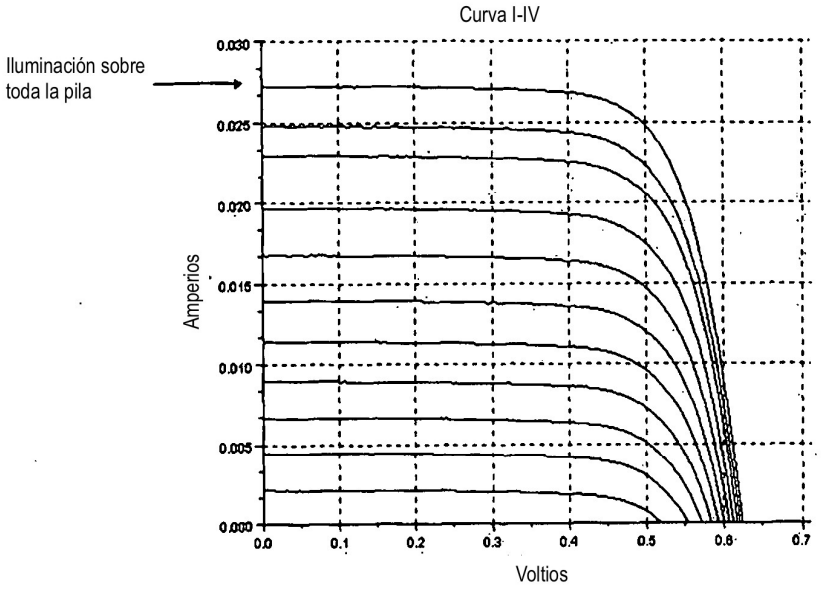
Curva I-IV
Iluminación sobre toda la pila
Amperios
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
0.000
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
Voltios

Fig. 2

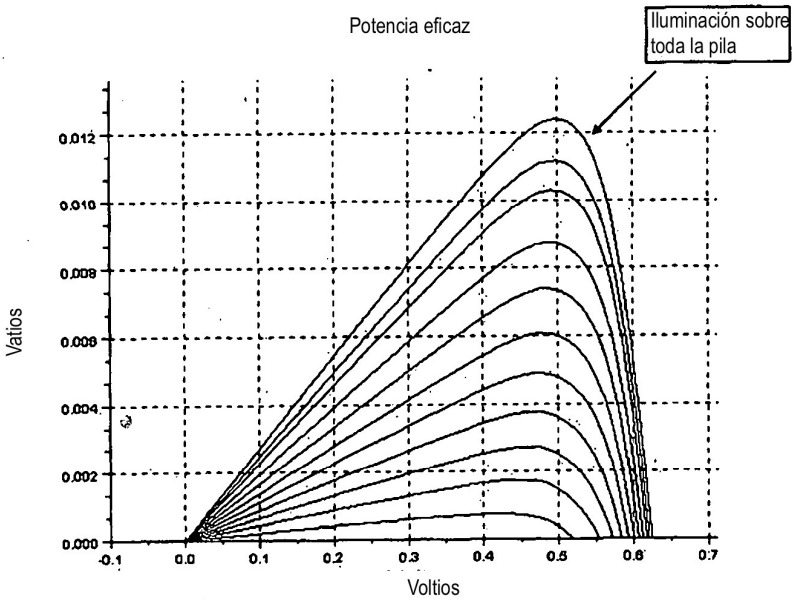
Potencia eficaz
Iluminación sobre toda la pila
Vatios
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0.000
-0.1
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
Voltios

Fig. 3