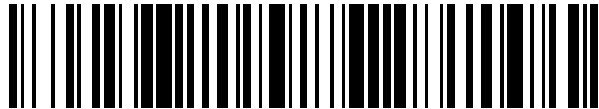


19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 105**

21 Número de solicitud: 201630129

51 Int. Cl.:

H02S 10/30 (2014.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

04.02.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.09.2016

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

03.05.2017

Fecha de concesión:

17.07.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

24.07.2017

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%)

**Ramiro de Maeztu 7
28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

DATAS MEDINA, Alejandro

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: **Convertidor híbrido termiónico-fotovoltaico**

57 Resumen:

Convertidor híbrido termiónico-fotovoltaico para la conversión directa de calor en electricidad que comprende: un emisor de electrones y fotones fabricado en un material refractario (1), un colector de electrones (2) transparente a la radiación fotónica en la longitud de onda emitida por el emisor y una célula fotovoltaica (3), estando estos elementos dispuestos de manera que el emisor tiene una primera superficie (1.1) destinada a ser orientada hacia una fuente térmica y una segunda superficie opuesta a la primera (1.2) que emite electrones y fotones, el colector se sitúa frente a esta segunda superficie de manera que recibe los electrones emitidos por el emisor (1) y la célula (3) se sitúa tras el colector (2) de manera que recibe los fotones que atraviesan dicho colector.

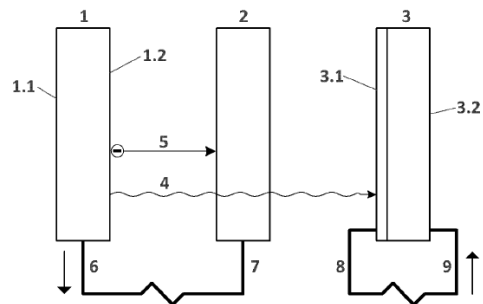


FIG. 1

ES 2 584 105 B2

DESCRIPCION

Convertidor híbrido termiónico-fotovoltaico

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La invención pertenece al sector de la transformación directa de calor de alta temperatura en electricidad mediante dispositivos de estado sólido.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Entre los convertidores de estado sólido para la conversión del calor de muy a alta temperatura (superior a 1000°C) en electricidad destacan dos tipos de dispositivos: termofotovoltaicos y termiónicos. Estos dispositivos se diferencian en el tipo de portadores de calor que utilizan: electrones (en el caso de los convertidores termiónicos) o fotones (en el caso de los termofotovoltaicos). El problema fundamental de ambos dispositivos es que necesitan trabajar a temperaturas extremadamente elevadas para proporcionar suficiente densidad de potencia eléctrica.

20 En los últimos años se han propuesto variaciones de estos dos tipos de convertidores básicos con el fin de aumentar la densidad de potencia eléctrica generada por el dispositivo. Por ejemplo, en la solicitud US20110100430 se propone un convertidor de radiación lumínica en electricidad que combina los efectos fotovoltaico y termiónico. Aunque este dispositivo está concebido para convertir la luz solar, podría usarse igualmente para
25 convertir calor en forma de radiación térmica incandescente. El convertidor de acuerdo a la solicitud US20110100430 emplea una célula fotovoltaica para transformar directamente en electricidad los fotones más energéticos de la radiación y un convertidor termiónico para transformar los fotones menos energéticos, no aprovechables por la célula fotovoltaica. Para ello, el cátodo del convertidor termiónico se sitúa tras la célula fotovoltaica y se calienta
30 mediante la absorción de los fotones menos energéticos de la radiación incidente, no absorbidos por la célula fotovoltaica. Si el cátodo alcanza una temperatura suficientemente alta, éste emitirá electrones hacia el ánodo. El ánodo, se dispone sobre la superficie no iluminada de la célula fotovoltaica, es decir entre la célula fotovoltaica y el cátodo, y colecta los electrones emitidos por el cátodo para cerrar el circuito. Este dispositivo es equivalente
35 a una célula fotovoltaica de multi-unión con la salvedad de que los fotones de baja energía se transforman en electricidad de forma indirecta mediante un efecto termiónico, y no de

forma directa mediante un efecto fotovoltaico. Debido a tratarse de una conversión indirecta (que requiere la generación intermedia de calor en el cátodo), la eficiencia de conversión de los fotones menos energéticos es considerablemente menor. Además, la densidad de potencia alcanzable por el convertidor sigue estando limitada por la cantidad de fotones emitidos por la fuente de radiación térmica (elemento externo al dispositivo). Para una temperatura y emisividad de fuente dada, este número de fotones está determinado por la ley de Plank e impone un límite a la transferencia de calor entre la fuente y el convertidor. Esto impone a su vez un límite a la potencia eléctrica producida por el convertidor. Una limitación similar ocurre en cualquier otro dispositivo termofotovoltaico (limitado por el número de fotones) o termiónico (limitado por el número de electrones).

En la solicitud US4528417A, se utiliza calor para activar un diodo termiónico, el cual se emplea para mantener un gas de cesio ionizado, de forma que éste emite fotones con energías correspondientes a la des-excitación de dicho gas. Esta radiación se dirige hacia una célula fotovoltaica que convierte dichos fotones en electricidad. Como la radiación que emite dicho gas es prácticamente monocromática (en torno a los 850 y 890 nm) la eficiencia de conversión en la célula fotovoltaica es muy alta. El problema de esta configuración es la baja eficiencia de conversión del calor en fotones emitidos por parte del diodo termiónico, lo cual conlleva a una baja densidad energética de la radiación emitida por la des-excitación del gas. Es decir, el flujo de fotones emitidos es muy bajo, y por tanto, aunque la eficiencia fotovoltaica sea alta, la eficiencia global del dispositivo es mucho menor y la mayor parte del calor se pierde por conducción en el ánodo del diodo termiónico.

Por lo tanto, el objeto de esta invención es la de lograr un dispositivo capaz de extraer una mayor potencia de la fuente térmica y al mismo tiempo realizar una conversión directa del calor en electricidad con el fin último de aumentar la densidad de potencia eléctrica generada por el dispositivo.

RESUMEN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es el de proporcionar un convertidor termiónico-fotovoltaico para la conversión directa del calor de alta temperatura en electricidad, que permita aumentar la densidad de potencia eléctrica extraída del foco térmico.

Para ello, la invención comprende un emisor (1), un colector (2) de electrones y una célula fotovoltaica (3). El emisor se calienta directamente mediante la fuente térmica (luz solar,

combustión, reacción nuclear, etc.) gracias a la radiación recibida en una primera superficie (1.1). Consecuentemente, el emisor emite fotones (4) y electrones (5) simultáneamente por una segunda superficie opuesta a la primera (1.2). La emisión de fotones depende de la temperatura y la emisividad de dicha superficie, mientras que la emisión de electrones depende de la temperatura y de la función de trabajo. El colector (2) se encarga de coleccionar los electrones (5) y producir corriente eléctrica. Dicho colector debe ser transparente, al menos parcialmente, para dejar paso a la radiación lumínica emitida por el emisor hacia la célula fotovoltaica (3). Dicha célula produce electricidad a partir de los fotones (4) emitidos por el emisor que no han sido absorbidos por el colector. La ventaja de este sistema híbrido, con respecto a US20110100430, es que se consigue extraer una mayor cantidad de calor de la fuente térmica y por tanto es posible aumentar la densidad de potencia eléctrica. Esto se debe a que, a diferencia de US20110100430, se utilizan dos tipos de portadores térmicos (electrones y fotones) para transferir la potencia calorífica de la fuente (en contacto íntimo con el emisor) al convertidor. Es importante destacar que en US20110100430, los electrones se generan de forma indirecta mediante la absorción de fotones provenientes de la fuente térmica. La clave es que en este caso los electrones y los fotones se emiten directamente de la fuente térmica, y por tanto permiten extraer mucha más potencia calorífica de ésta. Además, y también a diferencia de US20110100430, los fotones y electrones provenientes de la fuente térmica son transformados directamente en electricidad por el convertidor: los fotones mediante un efecto fotovoltaico y los electrones mediante un efecto termiónico. Ambos efectos permiten aumentar la densidad de potencia eléctrica y la eficiencia del dispositivo. En un ejemplo de realización el colector y la célula son dos elementos independientes, pero el colector también puede estar depositado sobre un sustrato y/o sobre la propia célula.

25

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención y para complementar esta descripción, se acompañan como parte integrante de la misma las siguientes figuras, cuyo carácter es ilustrativo y no limitativo:

30

La Fig. 1 muestra un convertidor híbrido termiónico-fotovoltaico de acuerdo a la invención, con conexión independiente de cada elemento, en el que el colector (2) es un elemento físicamente separado del emisor (1) y de la célula fotovoltaica (3). El emisor (1) emite fotones (4) y electrones (5) hacia el colector (2). El colector absorbe los electrones y deja pasar los fotones a la célula fotovoltaica, donde éstos se convierten en electricidad. El

35

convertidor termiónico se conecta al exterior mediante las terminales (6) y (7), mientras que la célula fotovoltaica se conecta al exterior mediante las terminales (8) y (9).

La Fig. 2 muestra otra posible realización en la que el colector se deposita directamente sobre la célula fotovoltaica, quedando ambos conectados eléctricamente.

La Fig. 3 muestra una realización similar a la anterior, a diferencia de que la corriente se extrae del dispositivo a través de dos únicas terminales (6) y (9). En este caso, la corriente que circula entre el emisor (1) y el colector (2) debe de ser la misma que la que circula entre los terminales positivo (3.1) y negativo (3.2) de la célula fotovoltaica.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

El emisor (1) comprende un material refractario. En una posible realización, el emisor puede fabricarse mediante metales de alto punto de fusión (superior a 1700°C) y una presión de vapor relativamente baja ($<10^{-9}$ atm a la temperatura de trabajo), como por ejemplo tungsteno, molibdeno, tántalo o platino. También se puede utilizar una atmósfera de cesio ionizado que ocupe el volumen existente entre el emisor y el colector, de forma que el cesio adsorbido en la superficie (1.2) reduzca considerablemente la función de trabajo de dicha superficie y se facilite la emisión de electrones. En otra posible realización, el emisor (1) se fabrica utilizando un substrato refractario cuya única finalidad es la de proporcionar soporte mecánico y transferir el calor de la superficie (1.1) a la (1.2). Para ello se pueden emplear, por ejemplo, materiales como el carburo de silicio o el grafito. En este caso, en la superficie (1.2) del emisor se depositará una capa metálica para favorecer la emisión de electrones. Al igual que en la primera realización, es ventajoso emplear una atmósfera de cesio para reducir la función de trabajo del emisor. Cuando la fuente térmica empleada para calentar el emisor por su superficie (1.1) es radiación lumínica, como por ejemplo luz solar, es ventajoso fabricar el emisor mediante un semiconductor, de forma que tenga lugar el efecto conocido como PETE ("photon enhanced thermionic emission", o emisión termiónica estimulada por fotones), y por lo tanto se facilite la emisión termiónica a temperaturas de emisor menores.

El colector (2) debe tener una función de trabajo reducida (del orden o menor que 1.5 eV) y menor que la del emisor (para favorecer la colección de los electrones emitidos por el emisor) y una transmitancia óptica elevada (del orden o mayor al 70%, para permitir el paso de fotones del emisor a la célula fotovoltaica). Esta última característica debe cumplirse al

menos en un rango espectral coincidente con parte de la respuesta espectral de la célula fotovoltaica (3). Para fabricar este colector se puede utilizar una de las siguientes configuraciones: Primero, una capa metálica muy fina (10-100nm) depositada sobre un sustrato (bien sea la célula misma u otro soporte, como un cristal de cuarzo). que permita el paso de luz y a la vez tenga un comportamiento metálico que permita la colección eficiente de los electrones. Segundo, una lámina en forma de malla metálica que permita el paso de luz y al mismo tiempo permita la colección de electrones, que son direccionados selectivamente hacia las líneas metálicas de dicha malla. Tercero, semiconductores de ancho de banda elevado (> 1.4 eV) y con afinidad electrónica reducida o incluso negativa (desde 0.5 eV a -2 eV), como por ejemplo GaN (bandgap de 3.2eV) adsorbido con cesio (que le confiere una afinidad electrónica de 0.5eV). Estos materiales no absorben los fotones de baja energía y al mismo tiempo facilitan la colección de electrones debido a tener una función de trabajo reducida. Cuarto, óxidos transparentes conductores, como por ejemplo el óxido de indio-estaño (ITO) o el óxido de tungsteno. Un experto en la materia reconocerá sin embargo que existen múltiples configuraciones posibles para el colector que van, desde una simple lámina o malla metálica, hasta la configuración arriba descrita.

La célula fotovoltaica (3) puede fabricarse empleando, al menos, un material semiconductor (por ejemplo Silicio, GaAs, Germanio, GaSb InGaAs, InGaAsSb, etc.) con el ancho de banda óptimo para el espectro de emisión lumínica del emisor (dependiente de la temperatura de éste) y formando al menos una unión p/n (cátodo/ánodo) para realizar los contactos selectivos de electrones y huecos generados internamente en el material semiconductor. Dicha célula tendrá al menos dos contactos eléctricos, uno positivo (cátodo) y otro negativo (ánodo) y podrá incorporar en su superficie trasera (3.2) un espejo que devuelva al emisor aquellos fotones no absorbidos por la célula, de forma que se reduzca la cantidad de calor a disipar en dicha célula y a su vez se aumente la eficiencia del convertidor.

El colector (2) puede ser un elemento independiente (Fig.1), estar depositado directamente sobre la célula fotovoltaica (Fig.2 y Fig.3) o estar depositado sobre un sustrato transparente (como por ejemplo un vidrio o cuarzo). En el último caso, dicho sustrato podría, a su vez, colocarse sobre la célula fotovoltaica (Fig.2 y Fig.3) o colocarse de forma independiente, separado de dicha célula por vacío o una atmósfera controlada (Fig.1). En cualquiera de los casos, el colector (ánodo del convertidor termiónico) podría conectarse eléctricamente al cátodo de la célula fotovoltaica, quedando ambos elementos conectados en serie, de forma que la corriente se extrae del convertidor entre las terminales del emisor (6) (cátodo del convertidor termiónico) y el ánodo de la célula fotovoltaica (9) (Fig.3). Igualmente, se pueden

realizar conexiones independientes tanto al colector (7) (ánodo del convertidor termiónico) como al cátodo de la célula fotovoltaica (8), para extraer la corriente por dos circuitos independientes (Fig.1 y Fig.2). La ventaja de esta última configuración es que ambos dispositivos pueden polarizarse en sus respectivos puntos de máxima potencia de forma independiente. Por el contrario, en el caso de que sólo existan dos terminales, es necesario un ajuste en corriente entre ambos dispositivos, lo cual impide, en la mayoría de los casos, la polarización de cada dispositivo en su punto de máxima potencia. La ventaja de una configuración de dos terminales es que su fabricación resulta más sencilla y por lo tanto tiene un mayor potencial de reducción de costes.

10

Alternativamente a la incorporación de una atmósfera de cesio, el colector puede colocarse a una distancia micrométrica de la superficie (1.2) del emisor (1) para favorecer la transferencia de electrones entre ambos elementos. En este caso, es ventajoso que exista vacío entre emisor y colector y que el colector esté depositado directamente en la superficie de la célula fotovoltaica, para de este modo aprovechar los fotones que se transmiten del emisor al colector de forma evanescente (efectos túnel).

15

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

En una realización preferida, el emisor (1) se fabrica en tungsteno. El volumen existente entre el emisor y el colector se rellena de un gas de cesio ionizado, de forma que la función de trabajo del tungsteno queda reducida mediante la adsorción de cesio en la superficie, alcanzando un valor en el orden de los 1.7 eV. En este caso, se necesitará de una fuente de cesio externa para reponer el cesio consumido de la superficie del emisor.

25

El colector (2) es una fina lámina de óxido de tungsteno, depositada en un sustrato de cuarzo. El óxido de tungsteno, al ser adsorbido con el cesio existente en la atmósfera, alcanza funciones de trabajo del orden de 0.75 eV. El espesor de esta capa (entre 1 y 100nm) es suficientemente pequeño, para que la luz pueda atravesarla y alcanzar la célula fotovoltaica (3). El sustrato de cuarzo, que contiene el colector, se deposita directamente sobre la célula fotovoltaica empleando una silicona transparente para garantizar la continuidad de índice de refracción entre el sustrato de cuarzo y la superficie de la célula fotovoltaica. En esta configuración, la cara del sustrato de cuarzo que contiene el colector debe quedar orientada hacia el emisor.

35

La célula fotovoltaica (3) se fabrica partiendo de un sustrato de GaSb en el que se forma una unión p/n. El GaSb permite absorber fotones con energías por encima de los 0.7 eV y por tanto se ajusta a los espectros de emisión correspondientes a las temperaturas de trabajo del emisor (1), de entre 1000°C y 1800°C. La zona tipo-p (cátodo) se sitúa en la capa frontal de dicha célula (3.1) para facilitar la eventual conexión entre el terminal positivo de la célula (3.1) y el colector (2) y de esta forma conectar en serie el convertidor termiónico con el fotovoltaico. En su cara posterior (3.2) la célula fotovoltaica dispone de un reflector que devuelva los fotones no absorbidos por la célula al emisor. Este reflector puede fabricarse mediante una estructura de capas dieléctricas o mediante un metal especular muy reflectante, como por ejemplo, el oro.

En esta configuración se pueden realizar cuatro contactos eléctricos (Fig.1): en el emisor (6), el colector (7), el cátodo (8) y el ánodo de la célula fotovoltaica (9), de forma que la corriente se extrae del dispositivo a través de dos circuitos independientes: uno formado por las terminales de emisor (6) y colector (7), y otro formado por las terminales de cátodo (8) y ánodo (9) de la célula fotovoltaica.

A la vista de esta descripción y figura, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes, sin salir del objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada

REIVINDICACIONES

1. Convertidor híbrido termiónico-fotovoltaico para la conversión directa de calor en electricidad que comprende: un emisor de electrones y fotones fabricado en un material refractario (1), un colector de electrones (2) transparente a la radiación fotónica en la longitud de onda emitida por el emisor y una célula fotovoltaica (3), estando estos elementos dispuestos de manera que el emisor tiene una primera superficie(1.1) destinada a ser orientada hacia una fuente térmica y una segunda superficie opuesta a la primera (1.2) que emite electrones y fotones, el colector se sitúa frente a esta segunda superficie de manera que recibe los electrones emitidos por el emisor (1) y la célula (3) se sitúa tras el colector (2) de manera que recibe los fotones que atraviesan dicho colector.
2. Convertidor según la reivindicación 1 caracterizado porque el colector (2) y la célula (3) son dos elementos independientes.
3. Convertidor según la reivindicación 1 caracterizado porque el colector (2) está depositado sobre un sustrato y/o sobre la célula (3).
4. Convertidor según las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado porque el colector (2) comprende una capa metálica de 10 a 100nm de espesor depositada sobre un sustrato, una lámina en forma de malla, una capa de semiconductores de ancho de banda mayor que 1.4 eV y con afinidad electrónica desde 0.5 eV a -2 eV y una capa de un óxido transparente conductor.
5. Convertidor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el espacio entre el emisor y el colector existe una atmósfera de gas de cesio ionizado.
6. Convertidor según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 donde el colector (2) está situado a una distancia micrométrica de la segunda superficie (1.2) del emisor (1).
7. Convertidor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque comprende terminales de conexión del emisor (6), el colector (7), el cátodo (8) y el ánodo de la célula fotovoltaica (9), de forma que la corriente se puede extraer del dispositivo a través de dos circuitos independientes: uno formado por las terminales

de emisor (6) y colector (7), y otro formado por las terminales de cátodo (8) y ánodo (9) de la célula fotovoltaica.

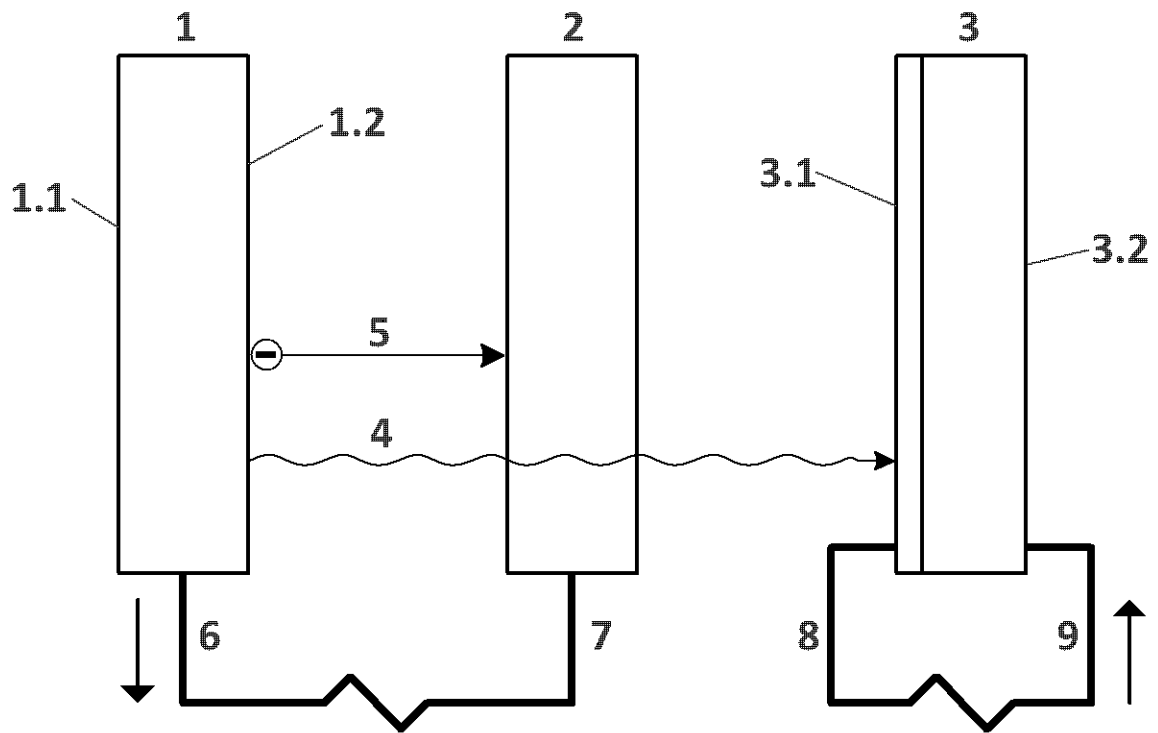


FIG. 1

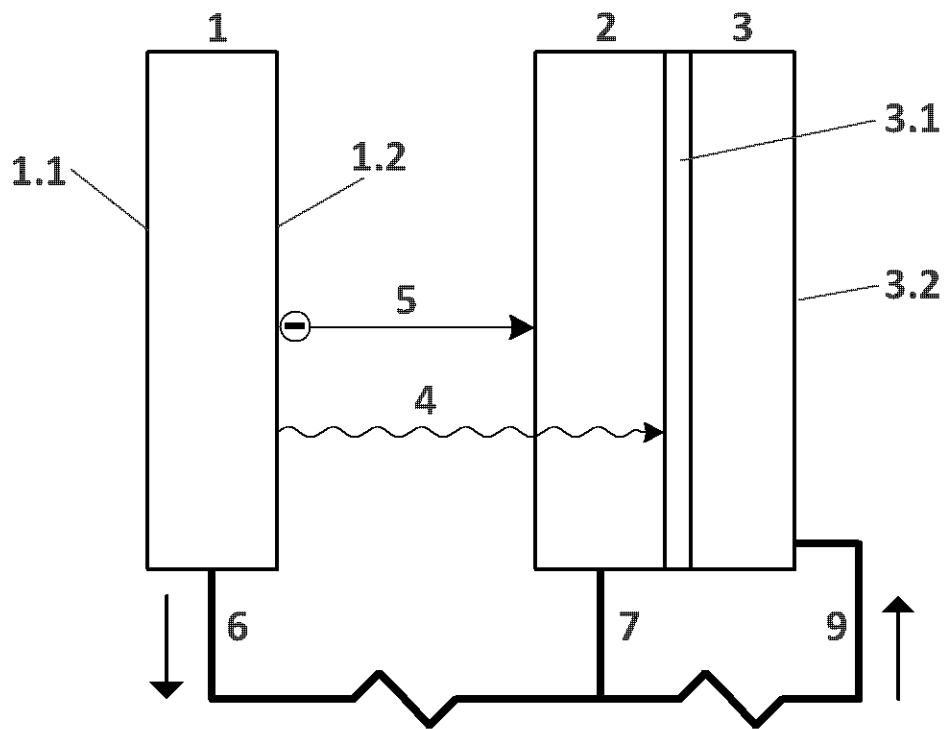


FIG. 2

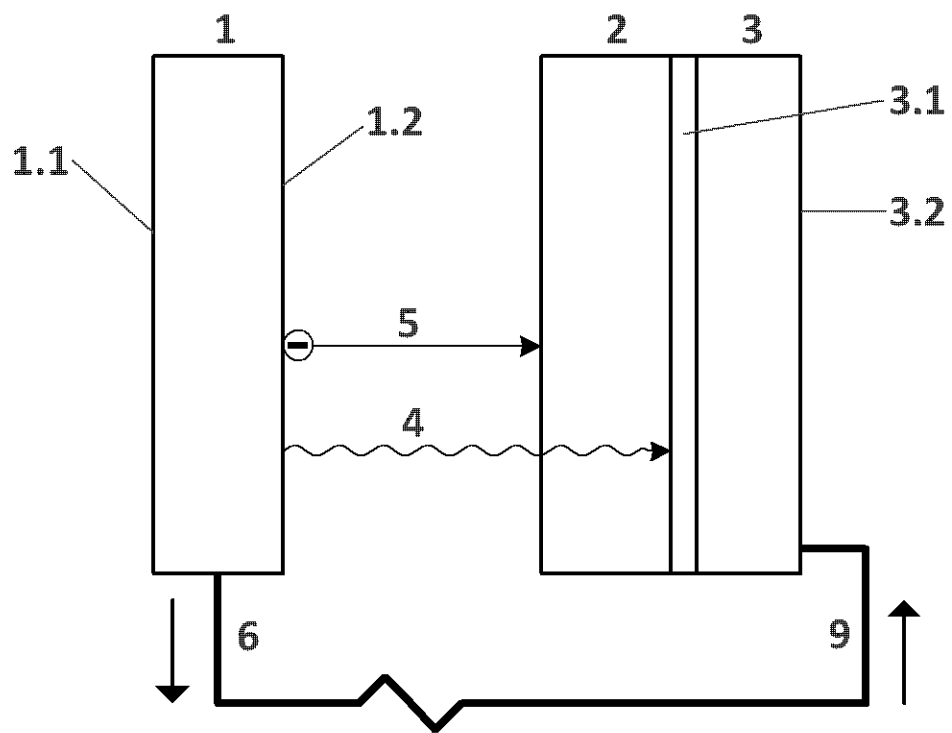


FIG. 3



- ②① N.º solicitud: 201630129
②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.02.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H02S10/30** (2014.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4528417 A (NASA) 09.07.1985, Figura 1, Columna 2, línea 35- Columna 3, línea 23	1-7
A	Recuperado de EPOQUE, Base de datos EPODOC; PN CN 104659137 A & CN 104659137 A (UNIV ELECTRONIC SCIENCE & TECH) 27.05.2015	1-7
A	WO 2010044891 A2 (UNIV LELAND STANFORD JUNIOR et al.) 22.04.2010, Resumen	1-7
A	SMESTAD G P, Conversion of heat and light simultaneously using a vacuum photodiode and the thermionic and photoelectric effects. SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS.01.05.2004. Vol 82, pag 227-240. doi:10.1016/j.solmat.2004.01.020. ISSN 0927-0248	1-7

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
14.09.2016

Examinador
L. J. García Aparicio

Página
1/4

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

H02S

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

INVENES, EPODOC, IEEE, INSPEC, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.09.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	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.

Consideraciones:

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 4528417 A (NASA)	09.07.1985
D02	Recuperado de EPOQUE, Base de datos EPODOC; PN CN 104659137 A & CN 104659137 A (UNIV ELECTRONIC SCIENCE & TECH) 27.05.2015	27.05.2015
D03	WO 2010044891 A2 (UNIV LELAND STANFORD JUNIOR et al.)	22.04.2010
D04	SMESTAD G P, Conversion of heat and light simultaneously using a vacuum photodiode and the thermionic and photoelectric effects. SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS.01.05.2004. Vol 82, pag 227-240. doi:10.1016/j.solmat.2004.01.020. ISSN 0927-0248	01.05.2004

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 se considera representa el estado de la técnica más cercano al objeto de la invención, en el que se divulga un dispositivo de conversión de energía termiónico- fotovoltaico montado sobre un convertidor fotovoltaico tubular hueco. El dispositivo combina una parte termiónica con un parte fotovoltaica (12). La parte termiónica comprende un electrodo de emisión (14) y un electrodo colector (16) separados entre ellos. El emisor y el colector están montado dentro de un alojamientos tubular cerrado que contiene Cesio. El electrodo emisor es preferiblemente tungsteno mientras que el electrodo colector es preferiblemente Molibdeno. El alojamiento es de un material transparente, tal como cristal o zafiro,

La parte fotovoltaica es una célula fotovoltaica de arseniuro de Galio que tiene una configuración tubular, quedando la parte termiónica dentro de la parte fotovoltaica de manera que la célula fotovoltaica rodea la cámara formada por el alojamiento 18.

Si bien los principios físicos descritos en este documento D1 son los mismos que los que rigen la solicitud, no así la configuración, ya que en D1 no se puede afirmar que el colector de electrones sea transparente y que la célula fotovoltaica esté situada tras el colector (2) de manera que recibe los fotones que atraviesan dicho colector.

Por lo tanto, el problema técnico objetivo que el objeto de la solicitud buscaría solucionar sería el de buscar una construcción alternativa a la planteada en el documento D1.

No parece que de la lectura del documento D1, un técnico en la materia pudiera llevar a cabo las modificaciones necesarias para lograr una configuración como la reivindicada, ya que entre otras cosas no tendría, en principio, motivación alguna para dicha modificación, ya que la construcción descrita en D1 está orientada a una configuración tubular.

En consecuencia, la materia de la reivindicación 1 contaría con novedad y con actividad inventiva según lo establecido en los Art. 6.1 y Art 8.1 de la LP 11/86.

Las reivindicaciones dependientes al depender de una reivindicación que cuenta con novedad y actividad inventiva, heredarían las propiedades anteriores.