

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 348**

51 Int. Cl.:

H01L 35/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2013 PCT/EP2013/069974**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14048992**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2013 E 13766349 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2901089**

54 Título: **Dispositivo solar híbrido para producción de electricidad con un aumento de la vida útil**

30 Prioridad:

26.09.2012 FR 1259052

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

28.02.2019

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment le Ponant D, 25 rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

OLLIER, EMMANUEL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 702 348 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

Dispositivo solar híbrido para producción de electricidad con un aumento de la vida útil

5 **Campo técnico y técnica anterior**

La presente invención se refiere a un dispositivo solar híbrido para producción de electricidad con un aumento de la vida útil.

10 Existen sistemas que comprenden células fotovoltaicas que convierten la radiación solar en electricidad. Sin embargo, los sistemas no funcionan más que durante el día en presencia de insolación, es decir, en presencia de la radiación solar.

15 El documento KR20100030778 describe un dispositivo fotovoltaico que comprende una celda solar que genera corriente por reacción fotoeléctrica a partir de la radiación solar concentrada por una lente de Fresnel. La celda solar se fija sobre un receptor. Un generador termoeléctrico se forma sobre la cara interior del receptor y genera una corriente a partir del calor producido en la celda fotoeléctrica.

Este dispositivo presenta los siguientes inconvenientes:

- 20
- esta sometido a las variaciones térmicas debidas a la intermitencia de la insolación debida a los intervalos nubosos y a la alternancia día / noche. Estas variaciones de temperaturas son relativamente importantes, y son responsables de limitaciones muy grandes relacionadas con las diferencias de coeficientes de dilatación térmica entre los diferentes materiales. Los montajes por soldaduras entre los elementos termoeléctricos y las
 - 25 conexiones / soportes entonces se pueden romper y mostrar una baja fiabilidad,
 - este dispositivo no permite asegurar una producción ligeramente constante de electricidad en el transcurso del día, en particular durante los intervalos nubosos, en el transcurso de las noches
 - el generador termoeléctrico funciona a baja temperatura, inferior a 100 °C, ya que observaba temperatura en la parte posterior de la celda fotoeléctrica. Por lo tanto tiene bajos rendimientos de conversión.

30 *El documento "High-performance flat-panel solar thermoelectric generators with high thermal concentration" en Nature Materials Vol. 10, julio de 2011, páginas 532-538 describe un dispositivo que comprende un absorbente solar sometido a la radiación solar, que está en contacto con un generador termoeléctrico. De ese modo forma la fuente caliente del generador termoeléctrico. Este dispositivo presenta los mismos inconvenientes que los del dispositivo fotoeléctrico que se ha descrito anteriormente, en particular porque también está sometido a la intermitencia de su fuente de energía.*

35

El documento US2011/0284059 describe el dispositivo solar de generación de electricidad.

40 **Exposición de la invención**

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es ofrecer un dispositivo de producción de energía eléctrica a partir de la energía solar que ofrece un aumento de la vida útil y que ya no está sometido a las variaciones debidas a los intervalos nubosos o a la alternancia de días / noches con el fin de asegurar una producción ligeramente constante de electricidad de veinticuatro horas de veinticuatro.

45

El objetivo que se ha formulado anteriormente se consigue con un dispositivo solar que comprende una cara destinada a ser sometida a una radiación solar, un generador termoeléctrico en el que una cara está destinada a estar en contacto con una fuente caliente, y una fuente adicional de calor, la fuente caliente estando formada por la cara sometida a la radiación solar asociada a la fuente adicional de calor, esta fuente estando activa con el fin de controlar las variaciones constantes de temperatura de la fuente caliente, a pesar de, por ejemplo, los intervalos nubosos o la ausencia total de radiación solar incidente.

50

En otras palabras, en un mismo dispositivo se integran la producción de calor por absorción sola, la producción de calor por combustión y la conversión de este calor y electricidad por efecto termoeléctrico. Gracias a la producción de calor por combustión, se pueden asegurar temperaturas constantes o un gradiente de temperaturas constante en el transformador termoeléctrico y por lo tanto su fiabilidad. El mantenimiento de la temperatura de la fuente caliente y de los flujos térmicos constantes se asegura ya sea por un funcionamiento en modo solar concentrado solo, o bien un modo de combustión solo, o bien un modo combinado, lo que permite conseguir buenos rendimientos de producción de electricidad.

55

60

En un modo de realización, la fuente adicional de calor está formada por una cámara de combustión situada directamente entre la cara sometida a la radiación solar y el generador termoeléctrico.

65 En otro modo de realización, la fuente adicional de calor esta vez localizada, el calor siendo conducido ya sea por conducción, o bien por los gases de combustión calientes entre la cara sometida a la radiación solar y el generador

termoeléctrico.

5 De manera particularmente ventajosa, el calor adicional se produce mediante la combustión de hidrógeno o de un biocombustible, por ejemplo un biogas. Por lo tanto dispositivo produce electricidad únicamente a partir de energías renovables.

La presente invención tiene entonces como objeto un sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con la reivindicación 1.

10 En un modo de realización, los medios de aporte adicional de calor comprenden un elemento dispuesto entre la cara de recepción y la cara caliente, dicho elemento comprendiendo una cámara de combustión alimentada con combustible. La cámara de combustión puede estar equipada con medios para iniciar la combustión o la combustión se puede iniciar en la cámara de combustión directamente por la alta temperatura generada por el flujo solar. De manera ventajosa, la cámara de combustión comprende canales que se extienden en paralelo a la cara caliente del generador termoeléctrico y en la cara de recepción.

20 En otro modo de realización, los medios de aporte adicional de calor comprenden un elemento dispuesto entre la cara de recepción y la cara caliente y equipado con al menos un canal conectado a una cámara de combustión alimentada con combustible, dicha cámara comprendiendo medios para iniciar la combustión.

25 En otro modo de realización, los medios de aporte adicional de calor comprenden un elemento dispuesto entre la cara de recepción y la cara caliente y medios de calentamiento de dicho elemento dispuestos fuera del apilamiento, dicho elemento estando equipado con una extensión que se proyecta lateralmente del apilamiento, dicha extensión siendo destinada a ser calentada por los medios de calentamiento, el aporte de calor en la cara caliente realizándose por conducción.

De manera ventajosa, el dispositivo solar de generación de electricidad comprende medios de aislamiento térmico de la extensión lateral.

30 De preferencia, el dispositivo solar comprende medios que aplican una fuerza de sujeción al menos entre el elemento y la cara caliente con el fin de reducir las resistencias térmicas y para asegurar la integridad mecánica del dispositivo.

35 El apilamiento puede comprender de forma ventajosa medios de aislamiento térmico entre una zona caliente del dispositivo formada por la cara de recepción, los medios de aporte adicional de calor y la cara caliente y una zona fría formada por la cara fría.

Los medios de disipación térmica se pueden preparar en contacto con la cara fría.

40 Preferentemente, la cara de recepción comprende un tratamiento selectivo a alta temperatura.

45 En un ejemplo de realización, los medios de aporte adicional de calor comprenden un elemento de material aislante eléctrico, las conexiones eléctricas del generador termoeléctrico siendo entonces realizadas directamente sobre el elemento.

Por ejemplo, el elemento es de carburo de silicio, molibdeno o tungsteno.

De preferencia con el combustible es hidrógeno.

50 La presente invención también tiene como objeto o sistema solar que comprende medios de concentración de la radiación solar y al menos un dispositivo solar de generación de electricidad de acuerdo con la invención.

55 En un ejemplo de realización, los medios de concentración de la radiación solar están formados por un espejo. En otro ejemplo de realización, los medios de concentración de la radiación solar están formados por una lente de Fresnel.

60 El sistema solar puede comprender de forma ventajosa medios para desplazar el dispositivo solar de generación de electricidad, medios para medir de la temperatura de la cara de recepción, y medios para controlar el desplazamiento del dispositivo de modo que la cara de recepción sea iluminada por el flujo solar.

Breve descripción de las figuras

65 La presente invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción que sigue a continuación y de las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 es una representación esquemática de una vista lateral de un modo de realización de un dispositivo

- solar de acuerdo con la invención,
- la figura 2 es una representación esquemática de una vista lateral de otro modo de realización de un dispositivo solar de acuerdo con la invención,
- las figuras 3A y 3B son vistas desde la parte superior y lateral respectivamente de un ejemplo de realización práctica del dispositivo solar de la figura 2, en el que se reducen las resistencias térmicas de la superficie de contacto,
- la figura 4 es una representación esquemática de una vista lateral de una variante de realización del dispositivo solar de la figura 1,
- la figura 5 es una representación esquemática de un sistema solar de concentración mediante espejo que comprende un dispositivo de acuerdo con la invención,
- la figura 6 es una representación esquemática de un sistema solar de concentración mediante lente de Fresnel que comprende un dispositivo de acuerdo con la invención.

Exposición detallada de modos de realización particulares

En la figura 1 se representa un ejemplo de un dispositivo solar de producción de electricidad visto en sección que comprende una cara 2 destinada a recibir el flujo solar F, de preferencia concentrado, un generador termoeléctrico 4 que comprende una primera cara 6 destinada a estar en contacto con una fuente caliente, denominada "cara caliente", y una segunda cara 8 enfrentada a la cara 6 destinada a estar en contacto con una fuente fría, denominada "cara fría".

La cara 2 se diseñará a continuación de la "cara de recepción". La cara de recepción 2 se calienta con el flujo solar y forma al menos en parte la fuente caliente del generador termoeléctrico 4. De preferencia, la cara de recepción 2 es tal que presenta un carácter refractario, por ejemplo, mediante un tratamiento específico a alta temperatura. Este tratamiento se debe realizar por deposición física en fase vapor de capas finas o se puede realizar mediante grabado de motivos submicrométricos en el material del elemento 14.

En la presente solicitud, por "generador termoeléctrico" se hace referencia a un generador de electricidad comprende uno o varios módulos termoeléctricos conectados en serie. La generación de electricidad por un generador termoeléctrico se produce mediante "efecto termoeléctrico" también denominado "efecto Seebeck". Se produce una aparición de una diferencia de potencial en la unión de los materiales conductores de naturalezas diferentes sometida a una diferencia de temperatura.

El generador termoeléctrico 4 comprende un sustrato y naturalidad de módulos formados por uniones P-N conectadas en serie. Las uniones P-N se forman mediante un material semiconductor dopado N 12.1 y un material semiconductor dopado P 12.1. Los materiales 12.1, 12.2 se colocan de manera alterna y se extienden entre la primera cara 6 y la segunda cara 8. Se conciben interconexiones entre los materiales dopados N y los materiales dopados P adyacentes con el fin de formar las uniones P-N. Las uniones P-N se conectan eléctricamente en serie.

Los materiales 12.1, 12.2 de las uniones P-N se separan mediante el sustrato, que se elige con el fin de que sea un aislante eléctrico para evitar la puesta en cortocircuito eléctrico de las uniones P-N.

En el ejemplo representado, el generador 4 comprende dos placas 13.1, 13.2 de material cerámico, por ejemplo de aluminio, asegurando a la vez el aislamiento eléctrico con respecto al exterior y la integridad estructural en el generador a temperatura elevada. La cara interior de las placas cerámicas 13.1, 13.2 se puede mentalizar para asegurar la conexión en serie de las uniones. Esta realización no es limitante en ningún caso, como se verá en lo sucesivo en la descripción.

Los medios de disipación térmica o de enrutamiento térmico 11 se prevén en contacto térmico con la cara fría 8 con el fin de evacuar el calor de la cara fría 8 y de ese modo mantener una diferencia de temperaturas entre la cara caliente 6 y la cara fría 8. Por ejemplo con estos medios se forman mediante un radiador de aletas.

La cara caliente 6 del generador termoeléctrico 4 se coloca del lado de la cara de recepción 2.

Los bornes del generador termoeléctrico se conectan eléctricamente a medios de almacenamiento eléctrico, como una batería, y/o directamente a un dispositivo usuario de la energía eléctrica producida (no representados).

Una fuente de calor 14 complementaria en la cara de recepción 2 se coloca entre la cara caliente 6 del generador termoeléctrico y la cara de recepción 2.

La fuente de calor 14 comprende un elemento 15 que comprende una primera cara 15.1 en contacto con la cara de recepción 2 y una segunda cara 15.2 enfrentada a la primera cara 15.1, en contacto con la cara caliente 6 del generador termoeléctrico. En el ejemplo representado, el elemento 15 comprende una cámara 16 conectada a una fuente de combustible (no representada) y equipada con medios para iniciar la combustión, formando una cámara de combustión. El combustible puede ser un gas o un líquido, de preferencia se trata de un combustible renovable como por ejemplo un biogas o hidrógeno.

De manera ventajosa, la cámara de combustión 16 está formada por varios canales que se extienden en paralelo a las caras 15.1 y 15.2.

5 La presencia de material entre los canales asegura una conducción del calor entre la cara de recepción 2 y la cara caliente 6.

Se pueden concebir otras configuraciones para asegurar la transferencia térmica, por ejemplo, se puede concebir la realización de una sola cámara equipada con columnas asegurando la conducción térmica.

10 De preferencia, la cara de recepción 2, las primeras 15.1 y segunda caras 15.2 del elemento 15, la cara caliente 6 y la cara fría 8 son paralelas.

15 El elemento 15 se prepara con un material que ofrezca buenas, de preferencia muy buenas, propiedades de conducción térmica, de preferencia representando una conductividad térmica superiora $20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, como por ejemplo un metal o aleación metálica con el fin de asegurar una buena conducción del calor producido por combustión en la cámara de combustión y el calor proveniente de la cara de recepción 2 calentada por el flujo solar F. Además, de materiales adecuados para mantener las limitaciones impuestas por la combustión, por ejemplo, un metal refractario, un a cero o una cerámica.

20 Por ejemplo, el elemento 15 está formado por SiC o SiSiC.

El elemento 15 se acopla con el generador termoeléctrico de modo que su cara 15.1 esté en contacto con la cara caliente 6 del generador termoeléctrico 4.

25 De preferencia, el dispositivo comprende medios para aplicar una presión de sujeción sobre los diferentes elementos del dispositivo con el fin de disminuir el conjunto de las resistencias térmicas de superficie de contacto y asegurar la fiabilidad de los montajes.

30 De forma ventajosa, se conciben medios de aislamiento térmico sobre las caras laterales del elemento 15 con el fin de limitar las fugas térmicas hacia el exterior y para conducir el flujo térmico hacia la cara caliente del generador. Por ejemplo, estos medios se forman mediante un material aislante de tipo circonio, aerogel o vacío.

A continuación los inventores van a explicar el funcionamiento del dispositivo de la figura 1.

35 La radiación solar concentrada F se focaliza sobre la cara de recepción 2, lo que tiene como efecto del calentamiento del elemento 15, que, mediante conducción térmica, calienta la cara caliente 6 del generador termoeléctrico 4.

40 Un diferencial de temperatura aparece entre las caras caliente 6 y fría 8 del generador termoeléctrico provocando la generación de una corriente eléctrica.

Durante un intervalo nuboso o en el transcurso de la noche, la radiación solar desaparece. Por lo tanto la cara de recepción 2 no recibe más radiación solar.

45 Entonces se inicia una combustión en la cámara de combustión 16 del elemento 15 provocando un calentamiento de las paredes de la cámara 16 y por lo tanto de la cara caliente 6. Entonces el diferencial de temperatura se mantiene en el generador 4 y la generación de corriente continúa incluso en ausencia de la radiación solar.

50 El inicio de la combustión se puede realizar diferentes maneras. La primera consiste en introducir los gases de combustión mientras que el dispositivo incluso se somete al flujo solar concentrado.

55 Por lo tanto, la energía térmica disponible permite el inicio de la combustión. La segunda puede ser una auto-inflamación sobre catalizadores presentes en la cámara de combustión. La tercera puede ser el calentamiento de un punto de la cámara de combustión mediante una resistencia eléctrica calefactora.

El origen del modo de combustión se puede programar a una hora fija, por ejemplo, durante la disminución de la insolación o con la incidencia del flujo solar, o de forma consecutiva a la detección de la disminución de insolación medida por un detector óptico dispuesto sobre el módulo, por ejemplo, una celda fotovoltaica).

60 En el caso de la figura en la que hay una radiación solar pero reducida, la cara caliente 6 se calienta a la vez por la radiación solar a través del elemento 14 y por la combustión.

65 En la figura 2, se puede observar una representación esquemática de otro modo de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención en el que la fuente adicional de energía térmica 114 se ha modificado y en las figuras 3A y 3B, se pueden salvar una realización práctica de este segundo modo de realización.

5 En este modo de realización, la producción de la energía térmica se les localiza en el exterior del apilamiento. La fuente adicional de energía térmica 114 comprende una parte 114.1 intercalada entre la cara de recepción y la cara caliente formando entonces un difusor de calor, una extensión lateral 114.2 sobresaliendo del apilamiento, mediante el cual el difusor 114.1 se relaciona con la zona de producción de calor adicional 116, asegurando un enrutamiento del calor hacia una parte 114.1.

10 En un ejemplo de realización, la fuente adicional de calor está formada por un quemador 116 que calienta directamente la extensión lateral del difusor 114.1 que entonces está formado por un material macizo, la transferencia de calor teniendo lugar mediante conducción térmica a través del material del difusor.

En otro ejemplo de realización, la fuente adicional de calor está formada por una cámara de combustión conectada de forma fluida a canales formados en el difusor, estos canales asegurando la circulación de los gases calientes de combustión en el difusor y el aporte adicional de calor.

15 El tamaño de los dispositivos puede ser relativamente reducido, en este caso para producir calor adicional, se usan por ejemplo micro-quemadores o micro-cámaras de combustión, que son bien conocidos por el experto en la materia y no se detallarán.

20 De manera preferente, la cámara de combustión se separa en zonas de combustión mediante material masivo que permite la transferencia de calor de la superficie receptora hacia la superficie opuesta que está en contacto con los elementos termoelectrónicos. Por lo tanto una microcámara de combustión que presenta canales es particularmente interesante.

25 El tratamiento selectivo a alta temperatura de la cara de recepción se puede realizar directamente sobre el elemento 114.

De preferencia, los medios de aislamiento térmico (no representados) revisten la extensión lateral 114.2 con el fin de limitar las pérdidas térmicas. Por ejemplo, estos medios se forman con un material aislante de tipo circonio, aerogel o vacío.

30 El difusor se realiza con un material bueno, incluso muy buen conductor térmico como elemento 15, por ejemplo, de metal, molibdeno o de cerámica como carburo de silicio.

35 La cara fría está, por ejemplo, en contacto con una masa térmica, por ejemplo una masa de cobre, la misma en contacto con el disipador. El cobre presentando una conductividad térmica muy elevada superiora $200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, puede proporcionar una homogeneización de la temperatura de la superficie fría.

40 En el ejemplo representado y de manera ventajosa, la masa de cobre es atravesada por canales conectados a una fuente de fluido, que asegura una circulación del fluido en los canales y una evacuación del calor de forma activa por el fluido. La presencia de estos canales no es limitante.

45 De manera ventajosa y como ya es visible en las figuras 3A y 3B, el apilamiento del difusor 114.1 y del generador termoelectrónico se mantiene entre dos piezas del extremo 120.1, 120.2 realizadas con material aislante térmico, por ejemplo, de PEEK (poliéter éter cetona) o de cerámica de tipo circonio.

50 Además, como ya se ha descrito para el modo de realización de la figura 1, los medios adecuados para aplicar una fuerza de sujeción de los diferentes elementos del dispositivo los unos contra los otros se pretende forma ventajosa. En este ejemplo, se trata de cuatro tornillos 122 atornillados en las dos placas de extremo 120.1, 120.2. Entonces la fuerza de sujeción se aplica por medio de dos placas de extremo 120.1, 120.2. Este ejemplo de realización no es limitante, de hecho se puede realizar una estructura suplementaria recogida por encima de las placas del extremo equipadas con cordones y aplicando una fuerza de sujeción.

55 Como se representa esto en la figura 3B y de manera ventajosa, se prevé un espacio entre las dos placas de extremo 120.1, 120.2 asegurando un aislamiento térmico entre las zonas calientes y las zonas frías para mantener una diferencia de temperatura importante entre la cara caliente 6 y la cara fría 8 del generador 4.

El funcionamiento de este dispositivo es similar al de la figura 1.

60 El aporte de calor adicional asegurado por el difusor 114.1 permite la generación de electricidad en modo combustión solo o en modo combinado proporcionando un flujo de calor adicional durante el funcionamiento en modo solar.

65 En modo solar, la radiación concentrada se absorbe a nivel de la cara de recepción 2 y asegura el calentamiento de la cara caliente 6 del generador termoelectrónico 4 a través del difusor 114. El disipador asegura la transferencia de flujo térmico hacia el entorno y mantiene ese modo la superficie fría del generador por debajo de una temperatura dada, por ejemplo comprendida entre $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ y $200 \text{ }^\circ\text{C}$, de preferencia inferior a $80 \text{ }^\circ\text{C}$. La cara caliente 6 del

generador 4 se mantiene, con respecto a la misma, alta temperatura superior a la de la cara fría, por ejemplo entre 100 °C y 1000 °C.

5 Durante una disminución de la radiación concentrada, incluso una desaparición de la misma, un aporte de calor adicional se realiza mediante el difusor 114.1 con el fin de compensar la disminución de energía térmica por la radiación solar. Por lo tanto dispositivo se puede mantener a una temperatura ligeramente constante, con el fin de, por una parte, asegurar la fiabilidad del dispositivo, y por otra parte, asegura el mantenimiento de una diferencia de intensidad de la temperatura entre la cara caliente 6 y la cara fría 8 del generador 4, lo que permite obtener un buen rendimiento del generador termoelectrico.

10 En la figura 4, se puede observar una variante de realización del dispositivo de la figura 1.

15 En esta variante, la fuente adicional de calor 214 comprende un elemento 215 equipado con una cámara de combustión 216 intercalada entre la cara de recepción 2 y el generador termoelectrico, pero la placa de material cerámico que forma de soporte de las uniones termoelectricas se ha sustituido por la fuente adicional de calor 214.

20 En la representación de la figura 4, el material del elemento 215 es conductor eléctrico, por ejemplo, de SiC, Mo o W, una capa de material aislante 224 y que también ofrece propiedades de buen conductor térmico entonces se intercala entre las conexiones eléctricas 228 de las uniones termoelectricas y el elemento 214 con el fin de aislar las conexiones del elemento 215 y evitar un cortocircuito entre las conexiones. El material de la capa aislante 224 puede ser por ejemplo, aluminio (Al_2O_3), nitruro de aluminio (AlN), nitruro de boro (BN)...

25 En el caso en el que el elemento 215 se prepara con un material aislante eléctrico, las conexiones eléctricas entre las uniones termoelectricas se pueden montar de forma ventajosa directamente sobre el elemento 215, lo que aumenta la integración del dispositivo.

Como se ha descrito anteriormente para los otros dos modos de realización, se prevén medios de aplicación de una fuerza de sujeción para reducir las resistencias térmicas y asegurar la integridad mecánica del montaje.

30 El montaje de las diferentes piezas de los dispositivos de cada uno de los modos de realización se puede realizar, en función de los materiales del elemento 15, 114.1, 215 y de la parte del generador termoelectrico en contacto con el elemento 15, 114.1, 215. Por ejemplo, el ensamblaje se puede realizar por soldadura metálica, soldadura de calentamiento por punto o por encolado por medio de una cola o cualquier material adhesivo formado por un aglutinante y cargas metálicas, óxidos, nitruros, carburos destinados a asegurar una buena conductividad térmica al mismo tiempo que la adhesión de las superficies montadas y adecuado para mantenerse a las temperaturas elevadas y que también asegure una buena transferencia térmica entre el elemento 15, 114.1, 215 y la cara caliente 6. Por ejemplo, la colares una cola Aremco de la serie Pyro-Putty®.

40 El generador termoelectrico que puede trabajar a alta temperatura se puede preparar mediante técnicas conocidas por el experto en la materia, por ejemplo la que se describe en el documento WO201071749. El generador que se describe en este documento ofrece un buen rendimiento de conversión gracias a la utilización de varios segmentos de materiales termoelectricos, cada uno adecuado para un intervalo de temperaturas. Gracias a la invención, es posible trabajar a altas temperaturas de manera más fiable ya que evita los aumentos y descenso de temperatura repetidos. Por lo tanto, a estas temperaturas elevadas, es posible explotar el potencial de estas estructuras de múltiples materiales termoelectricos que son muy interesantes en términos de rendimiento cuando la temperatura de la superficie caliente es muy elevada así como la diferencia de temperaturas entre las superficies caliente y fría.

50 Los inventores van a proporcionar ejemplos de dimensiones del dispositivo: la cara de recepción mide de 5 mm a 1 m de lado, de preferencia de 2 cm a 10 cm. El elemento presenta ligeramente la misma superficie que la cara de recepción y puede presentar un grosor comprendido entre 0,5 mm y 10 cm, de preferencia entre 2 mm y 10 mm.

En la figura 5, se puede observar un ejemplo de un sistema solar de concentración por espejo que comprende un dispositivo de acuerdo con la invención.

55 El sistema S1 comprende un espejo cóncavo M y el dispositivo D está suspendido en comparación con el espejo, de forma más particular la cara de recepción 2 del dispositivo, de modo que ésta reciba el flujo solar concentrado por el espejo M. Una línea de gas G se prevé para asegurar el aporte de energía de combustión, ya sea externo siguiendo el modo de la figura 2, ya sea interno siguiendo el modo de la figura 1.

60 En la figura 6, se puede observar un ejemplo de un sistema solar de concentración por lente de Fresnel que comprende un dispositivo de acuerdo con la invención.

65 El sistema S2 comprende una carcasa 26 sobre cuyo fondo interior se coloca un dispositivo D de acuerdo con la invención y cuyo fondo superior está formado por una lente de Fresnel 30, que concentra el flujo solar sobre la cara de recepción 2. La superficie de recepción se sitúa en el punto focal de la lente. La alimentación de gas se denomina G.

Por ejemplo, los factores de concentración generalmente son del orden de 500 a 2000.

De manera preferente, se prevé preparar instalaciones que comprendan varios sistemas S1 y/o S2 para formar unidades de producción de electricidad de todos los tamaños y capacidades que funcionen en modo híbrido. Por ejemplo, el dispositivo se puede montar sobre medios de desplazamiento lateral, por ejemplo, sobre una ranura corredera con el fin de seguir el punto de concentración solar durante un cierto periodo de tiempo. Esto permite no desplazar el dispositivo de concentración solar más que por pasos largos. La zona de concentración del flujo luminoso sobre la superficie de recepción se desplaza con el movimiento del sol. Se desplaza en primer lugar sobre la superficie receptora, y a continuación el dispositivo se puede desplazar a lo largo de la ranura corredera para continuar recibiendo el flujo luminoso. Al cabo de un momento, el desplazamiento y la de su focalización son tales que el conjunto del módulo se debe realinear con la cara hacia el sol.

Este realineamiento se realiza con un dispositivo de seguimiento solar que realinea de forma colectiva todos los módulos.

Estos sistemas son bien conocidos en el estado de la técnica fotovoltaica de concentración. La posición del punto de concentración solar sobre la cara de recepción puede ir seguida por mediciones de temperatura en la superficie de recepción, es decir, en el cuerpo 14.

La superficie del elemento termoeléctrico y la de la cara de recepción su grosor se optimizan en función de las temperaturas y flujo previstos.

A continuación se proporcionan ejemplos de materiales convenientes para la preparación de un dispositivo de conversión de acuerdo con la invención.

Los elementos 15, 114.1, 114.2, 215 se pueden preparar por ejemplo con carburo de silicio SiC o SiSiC, de metal de tipo inconel o acero refractario, de óxido cerámico como Cordierite, de Nitruro de Boro...

Estos materiales presentan una conductividad térmica superior a 50 W/mK.

El tratamiento selectivo a alta temperatura puede ser:

- Un revestimiento de tipo Solkote® fabricado por SOLEC adecuado para temperaturas inferiores a 500 °C;
- Una de posición de TiAlN/SiO₂ depositados mediante deposiciones en fase vapor adecuado para temperaturas del orden de 350 °C a 500 °C,
- deposiciones o estructuración de materiales refractarios de tipo Mo, W... molibdeno, tungsteno... adecuadas para temperaturas superiores a 500 °C.

Con respecto a la realización del generador termoeléctrico, las uniones se pueden realizar, por ejemplo, con:

- Bi₂Te₃ para temperaturas inferiores a 200 °C,
- PbTe a temperaturas comprendidas entre 300 °C y 500 °C,
- CoSb₃ para temperaturas comprendidas entre 500 °C y 600 °C,
- SiGe para temperaturas comprendidas entre 600 °C y 1000 °C
- Mg₂SiSn para temperaturas comprendidas entre 400 °C y 600 °C.

De preferencia, los coeficientes de dilatación térmica α de los diferentes materiales que constituyen las superficies de contacto, en particular en el lado de alta temperatura de los dispositivos se eligen de preferencia para que sean aproximados con el fin de reducir las imitaciones termomecánicas relacionadas con las diferencias de coeficientes de dilatación térmica. Los coeficientes de dilatación térmica se proporcionan entre paréntesis.

A modo de ejemplo, en el caso de un microrreactor de cerámica de tipo SiC ($\sim 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$):

- el tratamiento selectivo será preferentemente con Mo texturizado a $4,8 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$ o W texturizado ($4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$),
- la capa de aislante eléctrico de AlN ($4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$) o alúmina ($5,4 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$) o cBN ($2,7 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$) o wBN ($2,7 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$),
- las conexiones entre las uniones termoeléctricas de Mo ($4,8 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$).

En el caso de un microrreactor de metal o aleación de tipo acero refractario ($\alpha \sim 10$ a $18 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$):

- entre tanto selectivo es preferentemente a base de TiAlN o AlN,
- la capa de aislante eléctrico es de AlN ($4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$) o alúmina ($5,4 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$) o cBN ($2,7 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$) o wBN ($2,7 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$),
- las conexiones entre las uniones termoeléctricas son de Cu ($17 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$) o Fe ($12 \cdot 10^{-6} \text{ m.K}^{-1}$).

Se comprenderá que estos ejemplos no son limitantes, y que son posibles otras combinaciones de montajes. El número de combinaciones de montaje es además importante gracias a la reducción de las solicitudes térmicas emitidas por la presente invención.

5 Gracias al dispositivo solar híbrido de acuerdo con la invención, se tiene una mejora de la fiabilidad del generador termoelectrico, ya que las limitaciones del ciclado térmico se reducen ligeramente en el caso de los generadores solares termoelectricos de acuerdo con la posibilidad de trabajar a temperatura casi constante y sin retorno a temperatura ambiente cada noche. Las superficies de contacto, en particular entre los materiales termoelectricos, las interconexiones y los soportes de cerámica presentan por lo tanto una fiabilidad y una vida útil muy altamente
10 aumentadas.

También se obtiene una resolución del problema de intermitencia de la insolación. En efecto, el dispositivo de acuerdo con la invención permite un funcionamiento y una producción de electricidad en modo continuo, incluso por la noche, y resuelve el problema de intermitencia propia de la energía solar gracias a sus dos modos de funcionamiento, y esto, sin recurrir a una tecnología de almacenamiento. Además el dispositivo se puede adaptar modificando el nivel de producción eléctrica en función del flujo de gas proporcionado al reactor de combustión.
15

Gracias a la invención, los rendimientos se mejoran mediante la gestión controlada de la fuente caliente.

20 La temperatura elevada de la fuente caliente (100-1000 °C), que se puede controlar gracias al flujo de combustible proporcionado al reactor, permite maximizar la diferencia de temperatura entre las fuentes caliente y fría y por lo tanto de guiar y maximizar el rendimiento de los generadores termoelectricos. Por ejemplo, para una temperatura de 500 °C sobre la cara caliente y una diferencia de temperatura de 300 °C entre la cara caliente y la cara fría un $ZT = 1$, el gran dinero de conversión será de aproximadamente un 8 %. Esto se puede conservar a lo largo de todo el día.
25 Para diferencias de temperaturas superiores y los elementos termoelectricos incluso más eficaces, los rendimientos pueden superar un 15 %.

Rendimiento también se mejora mediante la gestión controlada de la fuente fría. En efecto, debido a la posibilidad de controlar y mantener una temperatura elevada en la cara caliente del generador termoelectrico, es posible colocar de la mejor manera el punto de funcionamiento del dispositivo con respecto al rendimiento termoelectrico. Por ejemplo, durante el día con una temperatura del aire ambiente elevada, por ejemplo, 40 °C, el punto de funcionamiento se desplazará hacia la parte superior con el fin de trabajar a una temperatura de la fuente fría relativamente elevada, por ejemplo, 100 °C, esto con el fin de asegurar, en modo continuo, una buena transferencia de calor del disipador hacia la atmósfera gracias a una gran diferencia de temperatura con respecto al entorno. Por el contrario, durante la noche o en presencia de una buena transferencia térmica en los visitadores debido a la ventilación, será posible descender el punto de funcionamiento ya que las condiciones exteriores permitirán evacuar el calor de la fuente fría. Esta adaptación a las condiciones del entorno es posible gracias al modo híbrido de los dispositivos de acuerdo con la invención.
30
35

REIVINDICACIONES

1. Sistema solar que comprende medios de concentración de la radiación solar y un dispositivo solar de generación de electricidad, comprendiendo dicho dispositivo solar de generación de electricidad un apilamiento con:
- 5
- una cara (2), denominada cara de recepción, destinada a recibir la radiación solar concentrada,
 - un generador termoeléctrico (4), comprendiendo dicho generador termoeléctrico (4) al menos un módulo termoeléctrico dispuesto entre una primera cara (6) denominada "cara caliente" y una segunda cara (8) denominada "cara fría", estando dicha cara caliente (6) situada en el lado de la cara de recepción (2),
- 10
- medios de aporte adicional de calor (14, 114, 214) en la cara caliente (6), estando dichos medios de aporte adicional de calor (14, 114, 214) intercalados al menos en parte entre la cara de recepción (2) y la cara caliente (6) del generador termoeléctrico (4), comprendiendo los medios de aporte adicional de calor un elemento que comprende una primera cara en contacto con la cara de recepción y una segunda cara en contacto con la cara caliente del generador termoeléctrico, formando dichos medios de aporte adicional de calor y la cara de recepción una fuente caliente,
- 15
- medios de control de dichos medios de aporte adicional de calor (14, 114, 214) con el fin de controlar las variaciones de temperatura de la fuente caliente.
2. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de aporte adicional de calor (14) comprenden un elemento (15) dispuesto entre la cara de recepción (2) y la cara caliente (6), comprendiendo dicho elemento (15) una cámara de combustión (16) alimentada con combustible.
- 20
3. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la cámara de combustión está equipada con medios para iniciar la combustión o la combustión se inicia en la cámara de combustión directamente por la alta temperatura generada por el flujo solar.
- 25
4. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, en el que la cámara de combustión (16) comprende canales que se extienden en paralelo a la cara caliente (6) del generador termoeléctrico (4) y a la cara de recepción (2).
- 30
5. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de aporte adicional de calor (114) comprenden un elemento (114.1) dispuesto entre la cara de recepción (2) y la cara caliente (6) y equipado con al menos un canal conectado a una cámara de combustión alimentada con combustible, estando dicha cámara de combustión equipada con medios para iniciar la combustión.
- 35
6. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de aporte adicional de calor (114) comprenden un elemento (114.1) dispuesto entre la cara de recepción (2) y la cara caliente (6) y medios de calentamiento (116) de dicho elemento dispuestos fuera del apilamiento, estando dicho elemento (114.1) equipado con una extensión (114.2) que se proyecta lateralmente con respeto al apilamiento, estando dicha extensión (114.2) destinada a su calentamiento con los medios de calentamiento (116), realizándose el aporte de calor a la cara caliente por conducción, comprendiendo dicho sistema de forma ventajosa medios de aislamiento térmico de la extensión lateral.
- 40
7. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, que comprende medios (122) que aplican una fuerza de sujeción al menos entre el elemento (114.1) y la cara caliente (6) con el fin de reducir las resistencias térmicas.
- 45
8. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el apilamiento comprende medios de aislamiento térmico entre una zona caliente del dispositivo formada por la cara de recepción, los medios de aporte adicional de calor y la cara caliente y una zona fría formada por la cara fría.
- 50
9. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende medios de disipación térmica (13) en contacto con la cara fría (8).
- 55
10. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la cara de recepción (2) comprende un tratamiento selectivo a alta temperatura.
- 60
11. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que los medios de aporte adicional de calor (214) comprenden un elemento (215) de material aislante eléctrico, estando las conexiones eléctricas (228) del generador termoeléctrico (4) realizadas directamente sobre el elemento (215).
12. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el elemento es de carburo de silicio, molibdeno o tungsteno.
- 65
13. Sistema solar de generación de electricidad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el combustible es hidrógeno.

14. Sistema solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que los medios de concentración de la radiación solar están formados por un espejo (M) o por una lente de Fresnel (30).

5 15. Sistema solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende medios para desplazar el dispositivo solar de generación de electricidad, medios para medir la temperatura de la cara de recepción y medios para controlar el desplazamiento del dispositivo de modo que la cara de recepción se ilumine con el flujo solar.

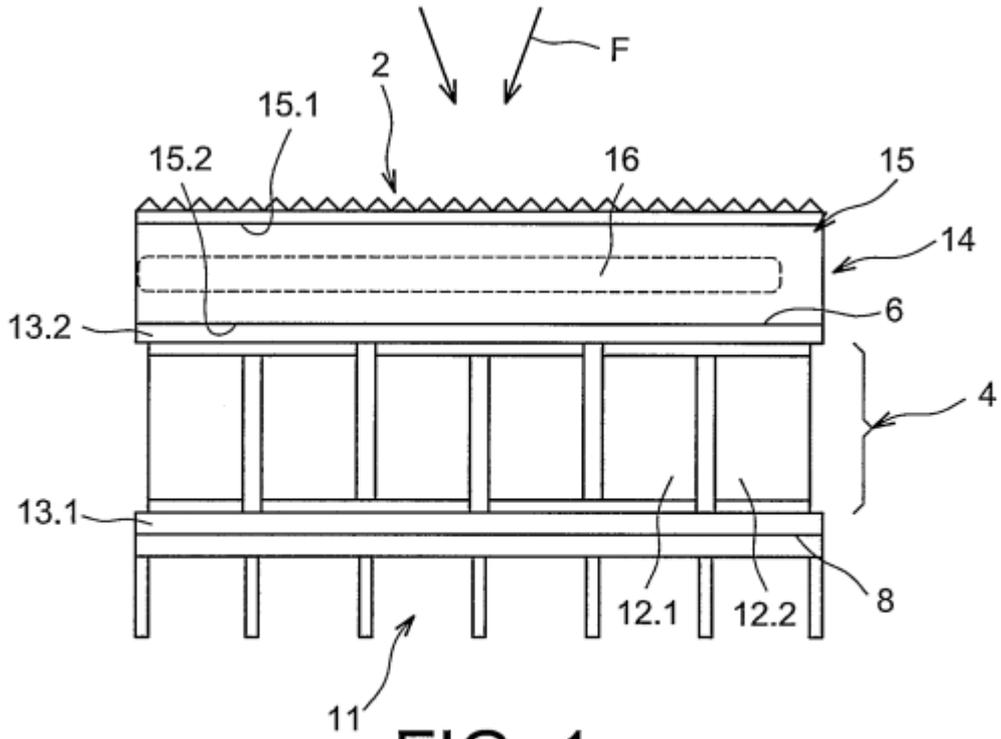


FIG. 1

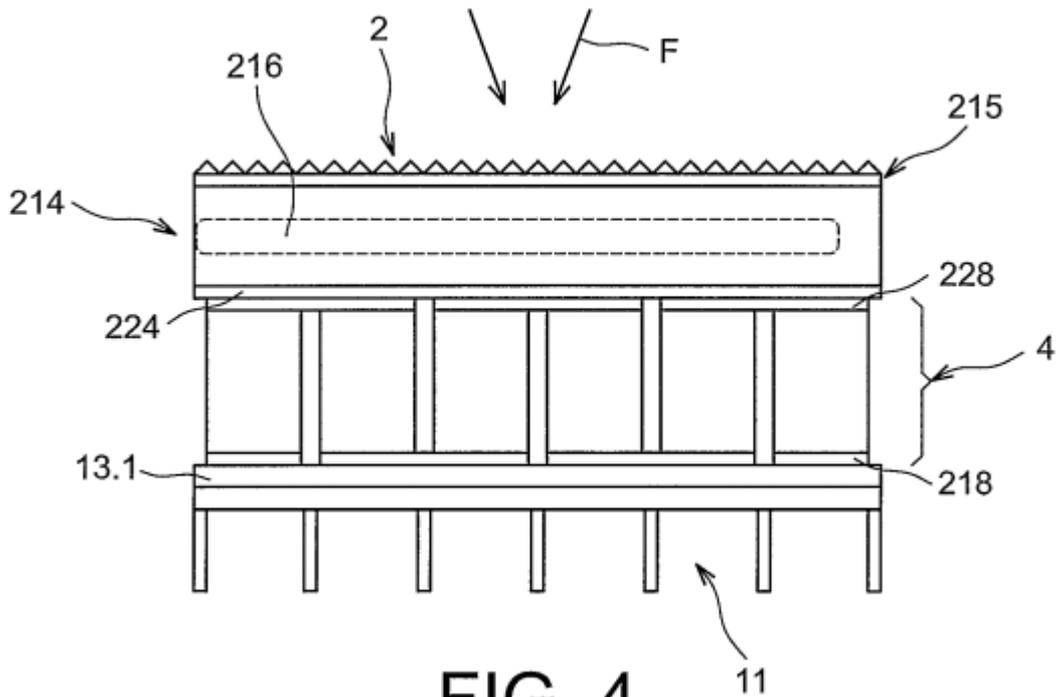


FIG. 4

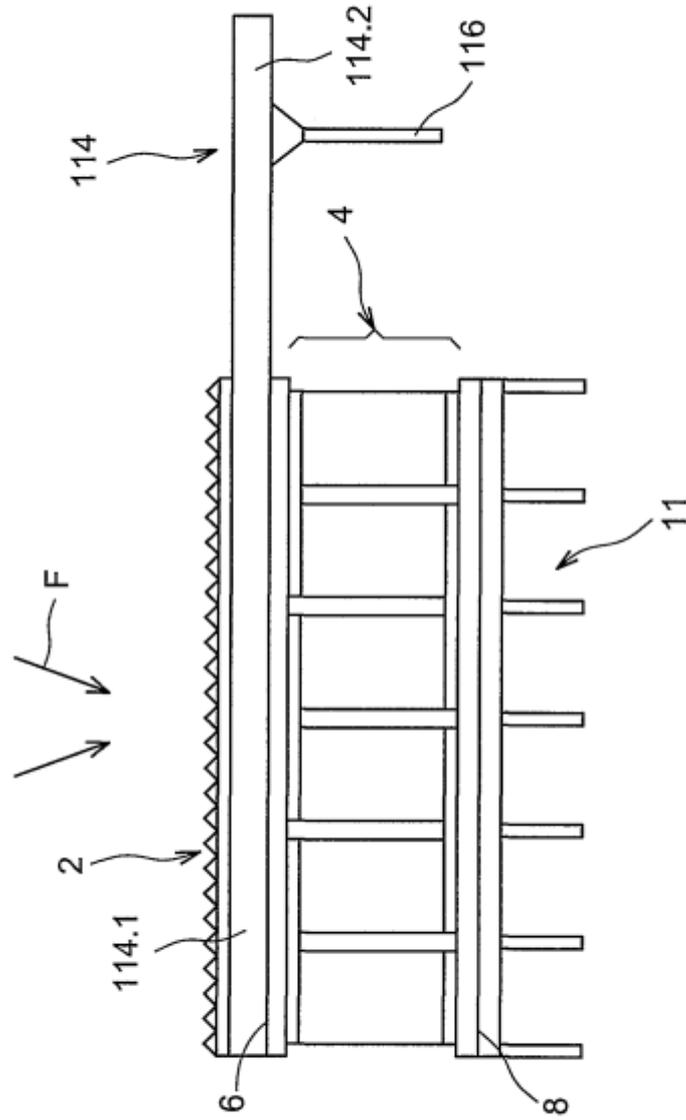


FIG. 2

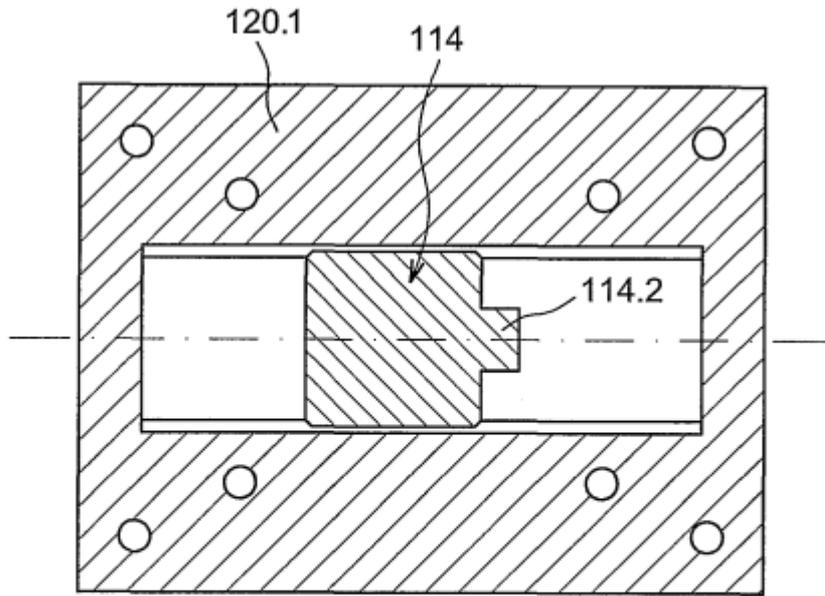


FIG. 3A

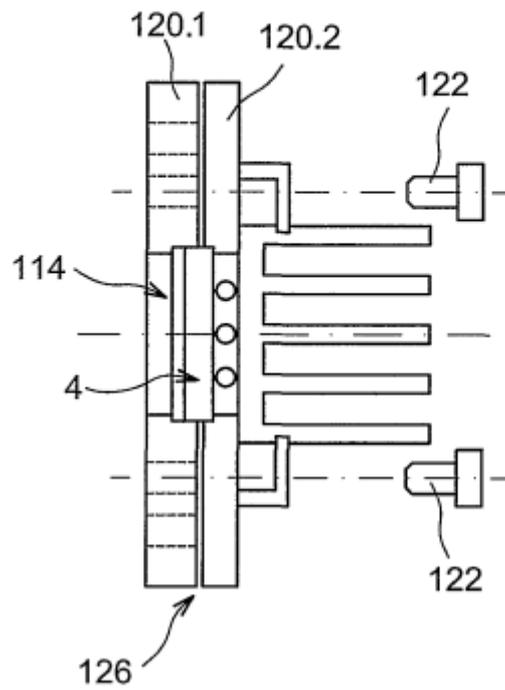


FIG. 3B

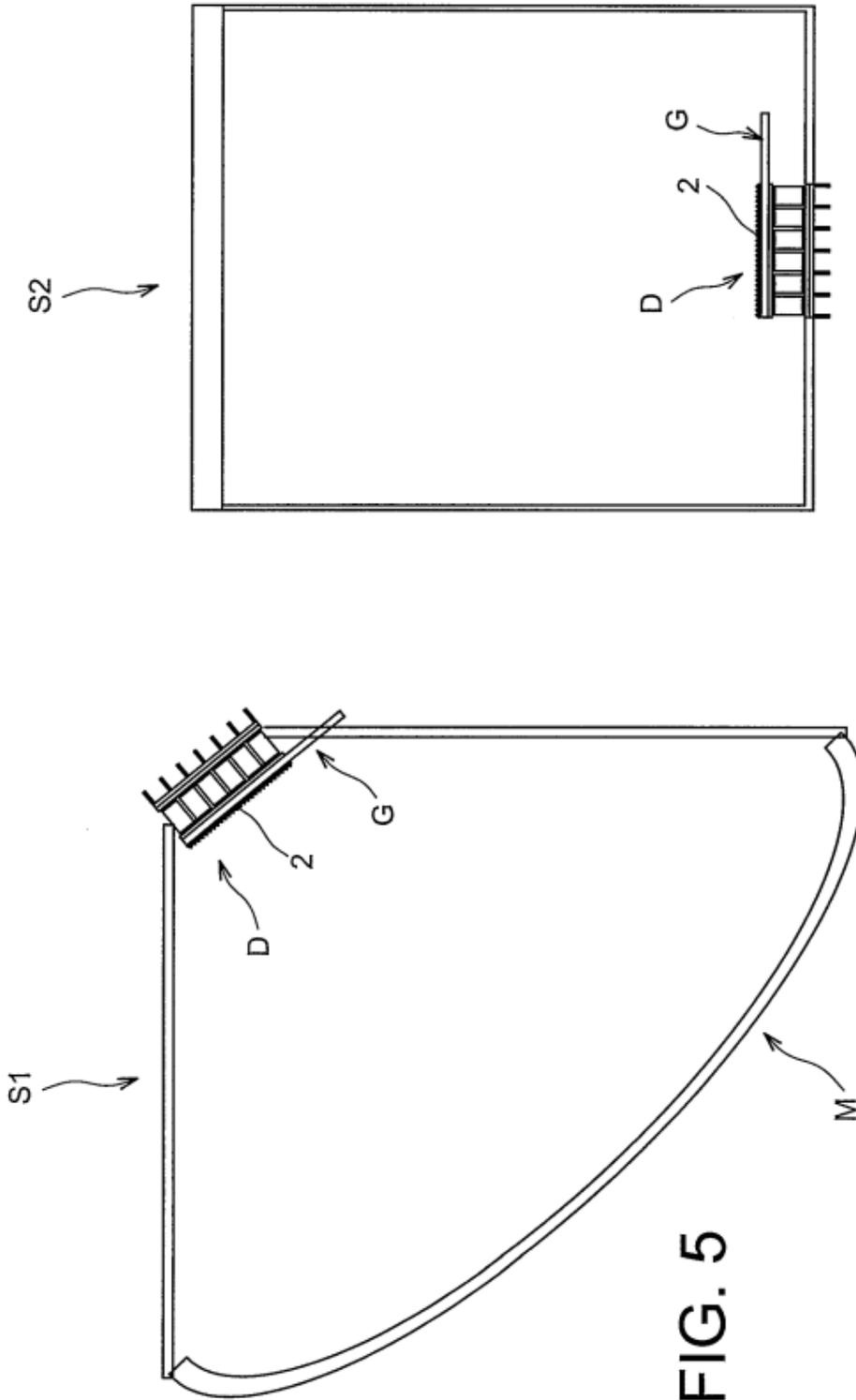


FIG. 6

FIG. 5