

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 745 258**

(51) Int. Cl.:

F24S 80/20 (2008.01)
F24S 23/70 (2008.01)
F24S 23/79 (2008.01)
F24S 20/20 (2008.01)
F24S 70/10 (2008.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.04.2016 PCT/IB2016/052255**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16170485**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2016 E 16728094 (0)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3286505**

(54) Título: **Dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes**

(30) Prioridad:

21.04.2015 IT UB20150365

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2020

(73) Titular/es:

EZ-ENERGIES GMBH (50.0%)
Philippine-Welser-Strasse 6
86150 Augsburg, DE y
KING ABDULAZIZ CITY FOR SCIENCE AND
TECHNOLOGY (50.0%)

(72) Inventor/es:

DE RICCARDIS, ANDREA;
KOCH, TOBIAS y
AL-YOUSEF, YOUSEF M.

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 745 258 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 para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes.

10 La invención hace referencia al campo de los dispositivos de captación de energía solar de tipo no formador de imágenes (NIO), tal como un CPC (concentrador parabólico compuesto), y, en particular, a un nuevo modo de operar y usar el mismo.

15 Se sabe que la radiación solar que llega a la superficie de la tierra tiene valores promedio de flujo térmico de aproximadamente 1 kWh/m²: un valor de este tipo es demasiado bajo y económicamente no conveniente para explotarse en partes de la producción de energía eléctrica.

20 Como consecuencia, a partir de la necesidad de concentrar flujos de alta densidad en superficies pequeñas, se desarrollaron los primeros estudios sobre los sistemas ópticos de concentración y, en particular, los dedicados a ópticos no formadores de imágenes (NIO). De hecho, tales dispositivos de concentración tienen la ventaja de optimizar la transmisión de energía desde una fuente a un receptor, en lugar de formar la imagen típica de los sistemas ópticos (IO) y sin relevancia en el campo de la transferencia de energía.

25 El CPC (concentrador parabólico compuesto), evolución del concentrador de cono, pertenece a la clase de concentradores no formadores de imágenes: alcanzando valores de concentración muy próximos a los del concentrador ideal, y siendo capaz de concentrar y transferir hacia su sección de salida casi la totalidad de la energía de los haces de rayos que inciden en la abertura, con un ángulo que es menor o igual que el ángulo de aceptación θ para el que se diseñó el concentrador.

30 El receptor, dispositivo diseñado para absorber la radiación solar, está representado, en general, como una unidad separada y, en sus diversas formas y realizaciones, si se coloca a nivel del suelo, se cubre de manera precisa, en general, por un concentrador no formador de imágenes (muy frecuentemente un CPC) que tiene la tarea de aumentar la densidad de concentración. El receptor no tiene ninguna interacción con el sistema de concentración, sin modificar, de ninguna manera, su funcionamiento.

35 El documento WO2014/038553 desvela un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes, en el que se origina un lecho fluidizado de partículas sólidas dentro del receptor. Las partículas sólidas se calientan por medio de la exposición a la radiación solar concentrada y, posteriormente, se retiran y se envían a un intercambiador de calor. El gas de fluidización se retira por separado de las partículas sólidas y se envía a un intercambiador de calor para precalentar el mismo gas alimentado al lecho fluidizado.

40 En situaciones reales, los sistemas no formadores de imágenes se comportan de manera diferente con respecto a la situación ideal. De hecho, de acuerdo con las pruebas experimentales, una parte de los rayos con un ángulo de incidencia que está muy cerca del ángulo de aceptación θ tienen un comportamiento inverso en comparación con el esperado y generan curvas de transmisión con puntos de inflexión más o menos acentuados.

45 Además, todos los haces de rayos con un ángulo mayor que el ángulo de aceptación θ se rechazan y pasan a través de la sección de entrada abandonando el CPC.

50 El transporte de los rayos solares en los ópticos NIO dentro de los límites del ángulo de aceptación da como resultado la necesidad de sistemas de orientación de la radiación solar extremadamente caros, con el consiguiente aumento de los costes del sistema.

55 Por tanto, existe la necesidad de mejorar el comportamiento de los sistemas NIO con respecto a la transmisión de la radiación solar en el receptor, cuando los haces de rayos llegan con un ángulo superior o próximo al ángulo de aceptación.

60 En este contexto se incluye la solución de acuerdo con la presente invención, que tiene como objetivo proporcionar un método y un sistema nuevos para optimizar la recogida de energía en un sistema NIO.

Estos y otros resultados se obtienen de acuerdo con la presente invención proponiendo introducir dentro del volumen delimitado por el sistema NIO, tal como un CPC, en la dirección opuesta a la de la concentración, un buen número de partículas sólidas, de manera que estas últimas puedan interceptar y absorber, hasta el equilibrio termodinámico y durante las múltiples y aleatorias localizaciones ocupadas en la fase de caída o de ascenso, la radiación solar que se introduce en el CPC.

65 Por lo tanto, un fin de la presente invención es proporcionar un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes (NIO) adecuadamente acoplado con un receptor, lo que permite

- superar las limitaciones de los sistemas NIO de acuerdo con la técnica anterior y obtener los resultados técnicos descritos anteriormente.
- 5 Un fin adicional de la invención es que dicho dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes puede fabricarse con costes bajos, con respecto tanto a los costes de producción como a los costes de gestión.
- 10 Otro objeto de la invención es proponer un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes que sea simple, seguro y fiable.
- 15 Por lo tanto, un objeto específico de la presente invención es un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes y un receptor para la transferencia de energía por intercambio de calor con un fluido que opera, independientemente, un ciclo termodinámico para la explotación de energía, comprendiendo dicho concentrador un área de entrada, un área de salida subyacente y un espacio interior entre dicha área de entrada y dicha área de salida; estando dicho receptor colocado debajo de dicho concentrador y estando dicho espacio interior del concentrador y dicho receptor conectados por dicha área de salida, en el que dicho espacio interior del concentrador y dicho receptor están en comunicación de fluidos a través de dicha área de salida, estando una pluralidad de partículas sólidas presentes dentro de dicho receptor, y dicho dispositivo para captar energía solar comprende unos medios aptos para tomar una parte de dichas partículas sólidas de dicho receptor y colocarlas desde abajo dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador, volviendo dichas partículas sólidas posteriormente, por la acción de la gravedad, a dicho receptor, pasando a través de dicha área de salida.
- 20 En particular, de acuerdo con la invención, dichos medios aptos para tomar dichas partículas sólidas de dicho receptor y colocarlas desde abajo dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador comprenden un dispositivo de entrada.
- 25 Preferentemente, de acuerdo con la invención, dichos medios aptos para tomar dichas partículas sólidas de dicho receptor y colocarlas desde abajo dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador están compuestos por corrientes de gases, vapores, o de una combinación de los mismos, aptos para elevar dichas partículas sólidas hasta una altura comprendida entre dicha área de entrada y dicha área de salida del concentrador.
- 30 Más preferentemente, de acuerdo con la invención, dicho receptor y dichos medios aptos para tomar dichas partículas sólidas de dicho receptor y colocarlas desde abajo dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador están compuestos por un lecho de chorro.
- 35 En particular, de acuerdo con la presente invención, dicho concentrador es un concentrador CPC (concentrador parabólico compuesto).
- 40 Finalmente, siempre de acuerdo con la invención, dichas partículas sólidas están compuestas por un material con alta absorción solar y baja emisividad, tal como óxidos de tipo metálico y, preferentemente, cromita ((Mg, Fe) (Cr, Al)₂ O₄).
- 45 Es evidente la eficacia del dispositivo de la presente invención, que permite interceptar y absorber, por medio de las partículas sólidas colocadas dentro del volumen delimitado por el sistema no formador de imágenes, la radiación del sol que entra en el mismo. Al modificar la cantidad, la altura y la frecuencia del chorro de partículas, es posible hacerlo de manera que las partículas puedan alcanzar el receptor aumentando progresivamente su temperatura, hasta un nivel tal que haga eficiente el intercambio de calor con otro fluido que opera, independientemente, un ciclo termodinámico para la explotación de la energía.
- 50 Puesto que, estáticamente, las partículas pueden estar en algunas posiciones ocupadas por haces de rayos que, después de una serie de reflexiones internas en el sistema no formador de imágenes, se lanzarían al exterior, es evidente que el nuevo dispositivo es capaz de modificar el rendimiento energético de un concentrador CPC tradicional o, más en general, de cualquier concentrador no formador de imágenes.
- 55 A continuación se describirá la presente invención, con fines ilustrativos pero no limitantes, de acuerdo con su realización preferida, con especial referencia a la figuras de los dibujos adjuntos, en los que:
- la figura 1 muestra una vista en sección de un concentrador CPC de acuerdo con la técnica anterior, y
 - la figura 2 muestra una vista en sección de un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes de acuerdo con la presente invención, aplicado a un concentrador CPC.
- 60 Haciendo referencia de manera preliminar a la figura 1, en un sistema de concentración solar CPC, indicado en su conjunto por el número de referencia 12, con un área de entrada 1, un área de salida 2 y un ángulo de aceptación θ , los rayos de sol que entran en la sección de entrada con un ángulo inferior a θ , tal como, por ejemplo, el rayo indicado por el número de referencia 5, alcanzan la sección de salida 2 y el receptor 3; por el contrario, el rayo 4,

que presenta un ángulo de entrada mayor que el de aceptación, después de una serie de reflexiones en las paredes del concentrador 12, se rechaza y nunca alcanzará la sección de salida 2 ni, en consecuencia, el receptor 3.

En la figura 2, un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes de acuerdo con la presente invención, aplicado al concentrador CPC 12 ya mostrado con referencia a la figura 1, sin perjuicio de la geometría del CPC 12 y del receptor 3, proporciona unos dispositivos de entrada 6 que introducen aleatoriamente dentro del CPC 12 algunas partículas sólidas 11 tomadas del interior del receptor 3.

Por lo tanto, las partículas sólidas 11, tomadas del interior del receptor 3 e introducidas dentro del CPC 12, ocupan parte del espacio vacío delimitado por el CPC 12. Por ejemplo, la partícula sólida 8, lanzada desde el dispositivo de entrada 6, siguiendo la trayectoria 7, intercepta el rayo 4, con un ángulo de entrada superior al ángulo de aceptación, absorbiendo toda o parte de la energía térmica y transportándola, cayendo hacia atrás, hacia el receptor 3. Si no se hubiera interceptado por la partícula sólida 8, esta energía se habría perdido, como ya se explicó con referencia a la figura 1, que desvela el funcionamiento de los CPC de acuerdo con la técnica anterior.

De la misma manera, también la partícula sólida 10, lanzada desde el dispositivo de entrada 6, siguiendo la trayectoria 9, intercepta el rayo 5, con un ángulo de entrada inferior al ángulo de aceptación, absorbiendo toda o parte de su energía térmica y transportándola, cayendo hacia atrás, hacia el receptor 3, pero de una manera completamente diferente de lo que sucedería en un CPC de acuerdo con la técnica anterior.

Otros rayos, con un ángulo de entrada inferior al de aceptación, alcanzan el receptor 3 y dan energía térmica a las partículas sólidas que se localizan dentro de este receptor. Dentro del receptor 3, para optimizar el intercambio de calor, las partículas sólidas pueden mantenerse ventajosamente en movimiento, por ejemplo, mediante la generación de un lecho fluidizado.

Parece evidente que, en un dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes de acuerdo con la presente invención, el funcionamiento de un concentrador CPC 12 cambia profundamente por la presencia de las partículas sólidas y que, como consecuencia, es posible una gran mejora del rendimiento del sistema, ya que tales partículas hacen posible absorber parte de la energía que, en un concentrador CPC de acuerdo con la técnica anterior, seguramente se perdería.

También está claro que las partículas sólidas, durante su trayectoria de ascenso y de descenso dentro del CPC 12, se encuentran con un gran número de rayos y que las propias partículas, interactuando unas con otras, pueden cambiar la trayectoria impuesta sobre las mismas por el dispositivo de entrada 6. En consecuencia, el dispositivo de entrada 6 se selecciona preferentemente entre aquellos capaces de garantizar un movimiento posible más uniforme de las partículas 11 tomadas del receptor 3.

Las partículas sólidas 11, de acuerdo con la invención, estarán compuestas preferentemente por un material con alta absorción solar y baja emisividad, pero de todos modos se elegirán de acuerdo con las condiciones operativas reales del sistema conforme a lo solicitado por el receptor 3 para la recuperación de energía.

La entrada de las partículas puede realizarse de diferentes maneras. Una realización preferida proporciona el uso de un "lecho de chorro" que, actuando por sí mismo como receptor, permite el uso de la "fuente de partículas" que se crea en la parte superior como un verdadero eyector.

Sin embargo, también son posibles sistemas mecánicos, fluidodinámicos o combinados diseñados de manera que las partículas no salgan de la parte superior del CPC 12 u otro sistema no formador de imágenes y ocupen, en la medida de lo posible, todo el volumen disponible.

El proceso de entrada puede ser continuo o discontinuo y, por lo tanto, programarse para operar con una frecuencia determinada.

A continuación, por medio del dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador de tipo no formador de imágenes de acuerdo con la presente invención, se crea un sistema multifocal, capaz de transmitir y enfocar la energía térmica de manera diferente a un sistema NIO tradicional o, en particular, a un CPC.

En conclusión, la invención pueden resumirse como un sistema no formador de imágenes cuyo volumen interior está parcialmente ocupado por una serie de partículas sólidas, introducidas desde la sección de salida del sistema NIO, capaz de absorber la radiación solar que entra en el sistema NIO, independientemente del ángulo de aceptación.

La presente invención se ha descrito con fines ilustrativos, pero no limitantes, de acuerdo con sus realizaciones preferidas, pero ha de entenderse que los expertos en la materia pueden realizar variaciones y/o modificaciones sin alejarse del alcance relativo de protección, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para captar energía solar por medio de un concentrador (12) de tipo no formador de imágenes y un receptor (3) para la transferencia de energía por intercambio de calor con un fluido que opera, independientemente, un ciclo termodinámico para la explotación de energía, comprendiendo dicho concentrador (12) un área de entrada (1), un área de salida subyacente (2) y un espacio interior entre dicha área de entrada (1) y dicha área de salida (2); estando dicho receptor (3) colocado debajo de dicho concentrador (12) y estando dicho espacio interior del concentrador (12) y dicho receptor (3) conectados por dicha área de salida (2), caracterizado por que dicho espacio interior del concentrador (12) y dicho receptor (3) están en comunicación de fluidos a través de dicha área de salida (2), estando una pluralidad de partículas sólidas (11) presentes dentro de dicho receptor (3), caracterizado por que dicho dispositivo para captar energía solar comprende además unos medios (6) aptos para tomar una parte de dichas partículas sólidas (11) de dicho receptor (3) y colocarlas desde abajo dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador (12), volviendo dichas partículas sólidas (11) posteriormente, por la acción de la gravedad, a dicho receptor (3), pasando a través de dicha área de salida (2).
- 10 2. Dispositivo para captar energía solar de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dichos medios (6) aptos para tomar dichas partículas sólidas (11) de dicho receptor (3) y colocarlas desde abajo dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador (12) comprenden un dispositivo de entrada.
- 15 3. Dispositivo para captar energía solar de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que dichos medios (6) aptos para tomar dichas partículas sólidas (11) de dicho receptor (3) y colocarlas desde abajo dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador (12) están compuestos por corrientes de gases, vapores, o por una combinación de los mismos, aptos para elevar dichas partículas sólidas (11) hasta una altura comprendida entre dicha área de entrada (1) y dicha área de salida (2) del concentrador (12).
- 20 4. Dispositivo para captar energía solar de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que dicho receptor (3) y dichos medios (6) aptos para tomar dichas partículas sólidas (11) de dicho receptor (3) y colocarlas dentro de dicho espacio interior de dicho concentrador (12) están compuestos por un lecho de chorro.
- 25 5. Dispositivo para captar energía solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho concentrador (12) es un concentrador CPC (concentrador parabólico compuesto).
- 30 6. Dispositivo para captar energía solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichas partículas sólidas (11) están compuestas por un material con alta absorción solar y baja emisividad.
- 35 7. Dispositivo para captar energía solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichas partículas sólidas (11) están compuestas por óxidos de tipo metálico.
- 40 8. Dispositivo para captar energía solar de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que dichas partículas sólidas (11) están compuestas por cromita $(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$.

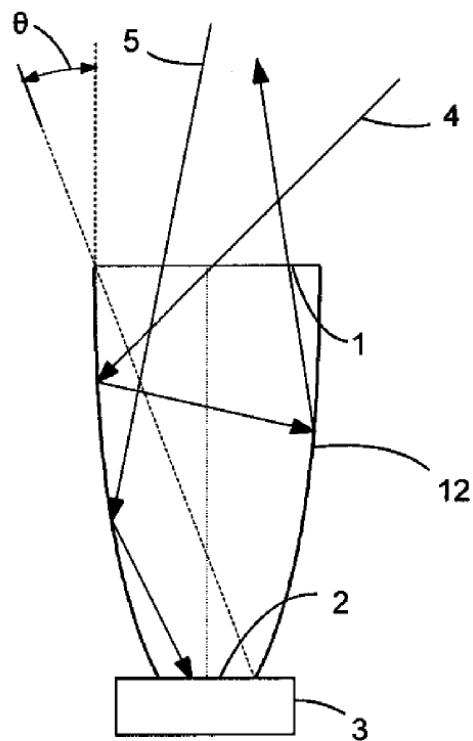


Fig. 1

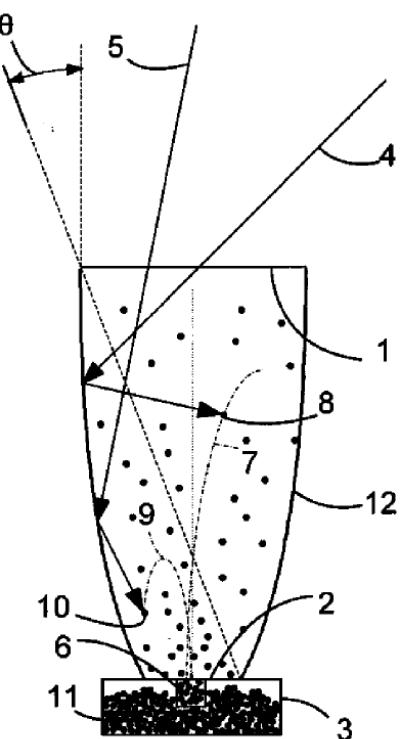


Fig. 2