

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 605**

51 Int. Cl.:

F24J 2/34 (2006.01)

F22B 1/04 (2006.01)

F22B 1/00 (2006.01)

F22B 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2011 E 11776903 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2627948**

54 Título: **Dispositivo, planta y método con alto nivel de eficiencia energética para el almacenamiento y uso de energía térmica de origen solar**

30 Prioridad:

15.10.2010 IT RM20100550

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

02.07.2015

73 Titular/es:

**MAGALDI INDUSTRIE S.R.L. (100.0%)
Via Irno 219
84135 Salerno, IT**

72 Inventor/es:

**MAGALDI, MARIO;
DE MICHELE, GENNARO;
SORRENTI, ROCCO y
DONATINI, FRANCO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 539 605 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, planta y método con alto nivel de eficiencia energética para el almacenamiento y uso de energía térmica de origen solar

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una planta industrial basada en la utilización y el almacenamiento de energía solar, a un dispositivo para almacenar y liberar energía térmica solar adecuado para su uso dentro de dicha planta y a un método relacionado.

10

Antecedentes de la invención

Es conocido el uso de la energía solar concentrada a través de heliostatos, fijos o por seguimiento. Es también conocida la posibilidad de almacenar el calor no utilizado en materiales sólidos con alta conductividad térmica (típicamente grafito) para su uso posterior. Para la explotación del calor que normalmente se utiliza un intercambiador de calor que también puede ser sumergido en el material de almacenamiento y atravesado por un fluido de trabajo - típicamente agua, vapor u otros portadores - capaz de absorber y transportar energía calorífica contenida en el mismo.

15

20

Dado que sistemas de almacenamiento, como el grafito, son capaces de alcanzar altas temperaturas (hasta 2000 °C), el límite de la tecnología se establece por la resistencia térmica de los haces de tubos de metal a cargo de la eliminación del calor.

25

Además, el almacenamiento en sólidos no permite - por la inercia térmica de los mismos y para valores de difusividad térmica bajos - seguir la tendencia de la potencia requerida dado que las condiciones atmosféricas y los ciclos día-noche varían.

30

Basado en lo anterior, por lo tanto, una dificultad de los sistemas conocidos está relacionada con la baja eficiencia debida a las temperaturas máximas alcanzables limitadas y su falta de flexibilidad para seguir la tendencia de la carga cuando las condiciones atmosféricas varían.

35

El documento WO 2009/147651 divulga un generador de energía solar que incluye medios para adsorber y acumular el calor de los rayos solares concentrados por un sistema de concentración. Tales medios tienen una cámara que alberga una pluralidad de cápsulas que contienen un material de dos fases con una temperatura de transición de fase en el rango de la que se puede llegar dentro de la cámara. Tales medios están conectados operativamente a una planta de utilización del calor.

40

El documento US 2003/015150 divulga una caldera de lecho fluidizado circulante que tiene uno o más recintos de lecho fluidizado burbujeante.

Sumario de la invención

45

Por lo tanto, el problema técnico subyacente de la presente invención es superar los inconvenientes mencionados anteriormente con referencia al estado de la técnica.

50

El problema anterior se resuelve mediante un dispositivo según la reivindicación 1 y mediante un método según la reivindicación 17.

Las características preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

55

Una ventaja importante de la invención es que permite producir de manera eficiente y fiable un almacenamiento de energía térmica solar, minimizando el estrés térmico de los intercambiadores de calor y aumentando la eficiencia del intercambio de calor al fluido de trabajo, a través del uso de un lecho granular fluidizable que pueden desempeñar la doble función de sistema de intercambio y de sistema de almacenamiento del calor recogido. La base de este uso son las características favorables de la transferencia de calor de lechos fluidizados y el transporte eficiente de calor debido a la movilidad de la fase granular. Ambas características están vinculadas a la posibilidad de dar a un sólido un comportamiento reológico granular que puede asimilarse al de un líquido, gracias precisamente a su fluidificación.

60

Sinérgicamente con lo anterior, la separación de la etapa de almacenamiento del calor recibido de la radiación solar concentrada de la de la liberación de dicho calor y la producción de energía potencial resultante - es decir, generalmente de la transferencia de calor al fluido de trabajo - permite mejorar dramáticamente la versatilidad y la eficiencia global de la planta.

65

En una realización preferida, se hace posible dicha separación separando el circuito de gas de fluidización del de fluido de trabajo.

En una realización particularmente preferida, el dispositivo comprende dos lechos fluidizables, uno esencialmente a cargo de almacenamiento y un segundo, que recibe calor del primero, principalmente a cargo de intercambio con el fluido de trabajo. También de acuerdo con esta realización, la fluidización de lechos se hace mediante el uso de aire tomado del medio ambiente como gas fluidificante.

5 Para lograr la máxima recuperación de energía, la salida de aire caliente de lechos fluidizados se envía a un intercambiador aire-aire donde libera su calor al aire de fluidización frío recogido desde el medio ambiente.

10 Durante la etapa de almacenamiento el primer lecho recibe calor de un campo de heliostatos través de un receptor y se mantiene en condiciones de fluidización por aire que se calienta en el interior del aire al intercambiador de calor de aire mencionado anteriormente.

15 En caso de ser necesario para mantener el calor almacenado en una etapa sin la producción de energía, el primer lecho de almacenamiento se mantiene en reposo.

20 Durante una etapa de producción de energía, el lecho de almacenamiento ahora fluidizado intercambiará calor con el lecho fluido de generación adyacente al mismo y, posiblemente, separados por tabiques, de preferencia de tipo metálico. Dentro del lecho de generación está inmerso el haz de tubos atravesado por el fluido de trabajo. También en este caso, el aire de fluidización se precalienta mediante el intercambiador aire-aire. Operando de esta manera, el sistema de compresión de aire de fluidización será operado a temperatura ambiente, así como el sistema de filtración de la salida de aire desde el lecho fluidizado, donde es posible la presencia de particulado sólido decantado.

25 Habiendo concentrado el intercambio de calor para el beneficio del fluido de trabajo en el lecho fluidizado se generación, a causa de los altos coeficientes de transferencia de calor de los lechos fluidizados, minimiza las superficies del haz de tubos y luego el uso de materiales preciosos para la fabricación de los mismos.

30 Brevemente, el sistema puede ser dividido sustancialmente en tres masas, a saber, una para el almacenamiento a granel (el primer lecho fluidizado, en la realización mostrada anteriormente), una masa para el intercambio hacia el fluido de trabajo (el segundo lecho fluidizado, en la realización mostrada anteriormente) y una masa para la recuperación de calor (intercambiador de calor aire/aire todavía en la realización preferida mencionada anteriormente), estando tales masas unidas entre sí permitiendo lograr un sistema que puede operar con gran flexibilidad y eficiencia.

35 Otras ventajas, características y modalidad de uso de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de algunas formas de realización, presentadas a modo de ejemplo y no con fines limitativos.

Breve descripción de los dibujos

40 Se hará referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, en donde:

- La figura 1 muestra una disposición de la planta de acuerdo con una realización preferida de la invención;
- La figura 1a muestra una sección esquemática/vista frontal de la disposición de una parte de la planta de la figura 1, que incorpora una estructura de torre con intercambiador de calor aire/aire y muestra una partición de una distribución, un circuito de entrada de gas de fluidización y su ruta;
- 45 - La figura 2 muestra una sección en planta de la porción de la planta de la figura 1a, que muestra la disposición de tubos de un intercambiador de calor que recibe el fluido de trabajo y la partición de un primer lecho de partículas fluidizables que actúa como un medio de almacenamiento y un segundo lecho de partículas de fluidizables comprometidas en el intercambio de calor con el fluido de trabajo, y
- 50 - Las figuras 3 y 3a se refieren a un dispositivo de liberación y almacenamiento utilizable en la planta de la figura 1, dispositivo que utiliza gas combustible como fuente de energía auxiliar y que se muestra, respectivamente, en sección lateral y vista en planta.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

55 Con referencia inicialmente a las figuras 1 y 1a, una planta de producción de energía eléctrica a partir de radiación solar concentrada de acuerdo con una realización preferida de la invención está globalmente indicada por 100.

60 La planta 100, a su vez incorpora uno o más dispositivos 1 para el almacenamiento de energía térmica recibida por la radiación solar concentrada y para liberar dicha energía a un fluido de trabajo, siendo este último típicamente agua o vapor.

El dispositivo 1 es de hecho apto para almacenar la energía térmica que se origina a partir de una radiación solar transmitida/concentrada en el mismo, por ejemplo, por heliostatos de seguimiento.

65

ES 2 539 605 T3

El dispositivo 1 comprende una carcasa de contención 2, preferiblemente hecha de metal, aislada térmicamente para minimizar la pérdida de calor al ambiente circundante.

5 La carcasa 2 puede contener una o más superficies de recepción 20 sobre las cuales se concentra la radiación solar.

10 En la base de la caja 2 se obtiene una entrada de alimentación 21 para un gas de fluidificación, cuya función se aclarará en breve. En la entrada 21 hay un tabique de distribución, o distribuidor, por el bien de la simplicidad también identificado por 21, de tal gas de fluidización, apto para permitir una entrada uniforme de este último y al mismo tiempo proporciona soporte para uno o más lechos de partículas fluidizables 3, 30 descritos a continuación.

15 Dentro de la carcasa 2 hay una zona de almacenamiento, en la forma de un primer lecho de partículas fluidizables 30 adecuado para el almacenamiento térmico de acuerdo con características preferidas descritas a continuación. En la presente realización, el área del lecho de almacenamiento 30 se coloca inmediatamente en las superficies de recepción 20, cerca de las superficies interiores de la caja 2, a fin de ser afectadas directamente por la radiación solar concentrada en dichas superficies de recepción 20.

20 También dentro de la carcasa 2 y en la zona más central del dispositivo 1, se proporciona a continuación un segundo lecho de partículas fluidizado 3, que puede ser continuo con o separado del lecho de almacenamiento 30 y cuya función es la de liberar la energía térmica almacenada en este último al fluido de trabajo, como mejor se explica más adelante. Con este fin, dentro del lecho de partículas 3, o cerca de este, están dispuestos los elementos de intercambio de calor - y, en particular haces de tubos 4 de un intercambiador de calor – por los que fluye, cuando está en uso, el fluido de trabajo.

25 En una realización adicional preferida, los dos lechos de partículas 3, 30 puede ser porciones adyacentes del mismo lecho selectivamente fluidizable.

30 Como se ha mencionado, la entrada 21 del dispositivo 1 es capaz de permitir la alimentación dentro de la carcasa 2 - y específicamente a través de la base de lechos de partículas 3, 30 - de un gas de fluidización, que en esta configuración preferida es el aire. En particular, la disposición general es tal que el gas que se empuja a través del tabique de distribución 21, puede mover las partículas del lecho 3 y/o 30 a fin de generar un flujo/movimiento correspondiente de partículas adecuado para el intercambio de calor mutuo entre las partículas del mismo lecho 30 y/o entre éstas y la parte interior de la superficies de recepción 20 o entre las partículas de porciones del lecho adyacentes entre sí, entre las partículas de dos lechos 3, 30 o entre las partículas del lecho 3 y los haces de tubos 4.

35 La posición de los haces de tubos 4 con respecto al lecho de partículas 3, o más bien la exposición de las superficies de los tubos con respecto al lecho de partículas, es tal como para maximizar la tasa de transferencia de calor, siendo esta última proporcional al producto del coeficiente de intercambio de calor y la superficie afectada por el mismo intercambio de calor.

40 Los haces de tubos 4 se pueden sumergir total o parcialmente en el lecho de partículas de 3 o frente a él. La elección está en la modalidad de manipulación utilizado para el dispositivo y las alturas mínimas y máximas del lecho de partículas en función de la velocidad del aire de fluidificación: a medida que aumenta la velocidad, la superficie del haz de tubos afectados por el intercambio de calor aumenta. Para una mayor versatilidad de la planta, de hecho se proporciona un medio para variar la velocidad del aire de fluidificación, y por lo tanto su flujo.

45 Por lo tanto, variando la velocidad de cruce del gas de fluidificación, el coeficiente global de transferencia de calor entre el lecho fluidizado y la superficie de intercambio puede ser monitoreado y modificado, resultando en una flexibilidad de la regulación de la cantidad de energía térmica transferida.

50 Por lo tanto, se puede conseguir una reducción sustancial de transferencia de calor en ausencia de fluidización o con la velocidad del gas menor que la velocidad mínima de fluidización.

55 Además, es posible variar la altura del primer lecho de almacenamiento 30 y/o el lecho de liberación 3 mediante la variación de la cantidad de carga de partícula del lecho, tal variación puede ser operada cuando se calienta, durante la operación, utilizando un sistema de escape y de carga de partículas asociadas adecuado con cada dispositivo 1 o grupos de dispositivos similares. Actuando sobre la altura de los lechos 30, 3 tanto en términos de material en partículas presente en el lecho cuando son fijos, ya sea mediante la variación de la velocidad de fluidización, que permite más opciones de acción que hacen la gestión del dispositivo 1, y por lo tanto del sistema 100, extremadamente flexible.

60 Como se ilustra mejor en la figura 1a, en el presente ejemplo, el dispositivo 1 tiene o está asociado con una estructura de la torre elevada 70. En la zona central de esta última se encuentra un intercambiador aire/aire 7, en el presente ejemplo del tipo de aire/aire, que se extiende verticalmente dentro de la estructura de soporte del propio dispositivo.

65

El medio ambiente en el interior del dispositivo 1 se comunica con el intercambiador aire-aire 7, en el ejemplo en su zona central. En particular, la base del dispositivo 1 se comunica con la sección del intercambiador en la que fluye la salida del aire caliente desde el lecho de partículas 3 y/o 30, mientras que la sección 7 del intercambiador aire-aire desde la que sale el aire ambiente precalentado es conectada al tabique de distribución 21 en la base del lecho de partículas 3, 30, a través de un colector o cámara de aire 14 que contribuye a uniformar la entrada de flujo de aire en el dispositivo 1.

De esta manera, el intercambiador 7 permite precalentar en la entrada de aire ambiente a contracorriente en el distribuidor 21 a expensas de la fluidización de salida de aire caliente de las partículas del lecho 3 y/o 30, y luego para recuperar el contenido de calor de la salida de aire de fluidización desde el lecho.

Como se ha dicho, el circuito de aire de fluidización requiere que el aire ambiente frío sea forzado por un medio de circulación forzada, en particular uno o más soplador/compresor 8, en el interior del intercambiador de aire-aire 7 y ser precalentado en el camino a expensas del aire caliente de fluidificación que al salir del lecho de partículas 3, 30, es forzado a contracorriente dentro de dicho intercambiador 7. El aire ambiente precalentado alcanza la cámara de aire 14 y el tabique de distribución 21 a través de un circuito colector de alimentación 142. La salida de aire desde el lecho de partículas 3, 30, se enfría después de haber pasado a través del intercambiador de calor aire-aire 7, se alimenta, a través de una tubería de flujo descendente 5, un separador de polvo 6, o escape de polvo, y luego es expulsado al ambiente externo .

Preferiblemente, el separador de polvo 6 - normalmente de tipo de impactadores inerciales o dispositivos equivalentes que tienen baja pérdida de carga y operación cicloidal - se encuentra en la base de la estructura del dispositivo 1 en línea con el tubo de flujo hacia abajo 5 y proporciona luego el desempolvado del aire de fluidificación de cualquier decantación de las partículas de los lechos 3, 30.

Como ya se ha mencionado, las partículas del lecho 3 se pueden separar físicamente de las partículas del lecho 30 en este caso a través de tabiques 41, sin embargo, en general, presentan una estructura modular que permite una fluidificación selectiva de las zonas del lecho. En general, el dispositivo 1 permite una fluidización selectiva y/o diferenciada de una o más partes de partículas de lecho 3 y 30 y/o una fluidización selectiva y/o diferenciada de los lechos o porciones de los mismos.

En el presente ejemplo, esta fluidización selectiva se logra a través de una compartimentación tanto de la cámara de aire 14, por medio de tabiques 141, y del circuito de alimentación 142 por medio de válvulas 143, lo que permite la alimentación de aire solamente en porciones de lecho 3 y/o 30 seleccionables de acuerdo a las necesidades específicas de almacenamiento o de producción de vapor/potencia.

Por lo tanto, es posible operar porciones del lecho cuando los interruptores térmicos que cierran sólo el circuito de transferencia de calor si está fluidizado. Dicha fluidización monitoreada y selectiva de zonas de los medios granulares del lecho aseguran la continuidad de extracción de calor y la flexibilidad de la planta con respecto a la demanda de energía aguas abajo.

Por otra parte, en el presente ejemplo se proporciona una partición de la cámara de aire 14 también en un área del lecho adyacente a superficies de recepción 20. Esta configuración permite, en ausencia de radiación solar, reducir significativamente la pérdida de calor almacenado en el primer lecho 30 hacia el medio ambiente externo a través de las mismas superficies de recepción 20. Esta partición está también operada por medio de las válvulas automáticas 143 antes mencionadas cronometradas y/o manipuladas por una señal de un sensor de radiación (solarímetro por ejemplo, piranómetro o equipos equivalentes) asociados con cada dispositivo 1 o con grupos de dispositivos.

El régimen de fluidización de las partículas del lecho es preferiblemente animado o en cualquier caso tal para maximizar el coeficiente de transferencia de calor.

La elección del material de partículas para los lechos de almacenamiento y de liberación 3 y 30 se basa en particular en la pobre aptitud para la abrasión y la fragmentación, en respuesta a la necesidad de minimizar el fenómeno de la decantación de partículas del lecho a fin de limitar la producción y transporte de finos en el aire de fluidización. Basándose en estas consideraciones, una configuración preferida favorece el uso, para las partículas del lecho, de material granular inerte a la oxidación, con una forma regular, preferentemente esférica y/o que tiene preferiblemente el tamaño del orden de 50 a 500 micras, y de manera que dicha dimensiones sean preferentemente nativas, es decir que no es resultante de la agregación de las partículas más pequeñas.

En el ejemplo de la figura 1, el fluido de trabajo es agua en estado líquido que recibe durante la travesía del intercambiador de calor 4 energía térmica transferida desde las partículas del lecho 3 para convertirse en vapor sobrecalentado. Dicho vapor en condiciones predeterminadas de temperatura y presión se utiliza entonces para producir electricidad expandiendo una turbina de vapor asociada con un generador 10.

Como se muestra en la figura 1, el circuito de fluido de trabajo proporciona conductos 90 que definen los haces de tubos 4 dentro del dispositivo 1, y en el presente ejemplo se proporciona la turbina de vapor 10 antes mencionada

conectada a un generador de electricidad, un condensador 11, un captador 40 con una purga en la turbina 40, una bomba de alimentación 12, una bomba de extracción 120 o medios equivalentes a los que se acaban de mencionar.

5 La configuración descrita permite la notable ventaja de separar el proceso de almacenamiento de energía térmica del proceso de generación de vapor.

10 En la etapa de almacenamiento, la energía solar se concentra en las superficies de recepción 20 y a través de la fluidización del lecho de almacenamiento 30, o de parte del mismo, la energía térmica se transfiere precisamente de las superficies 20 a las partículas del lecho 30. Como se dijo, esta etapa es independiente de la fase de producción. En un régimen de sólo almacenamiento sólo el primera lecho 30 es fluidizado.

15 En la fase de producción del segundo lecho de liberación 3 también se activa, de modo que la transferencia de calor se produce desde el lecho de almacenamiento 30 a las partículas del lecho de liberación 3, de éstos a los haces de tubos 4 y luego al fluido de trabajo que fluye en este último.

20 Por lo tanto, el fluido de trabajo que atraviesa los haces de tubos 4 recibe del segundo lecho 30 energía térmica almacenada por el primer lecho 30, donde la transferencia de calor tiene lugar mediante la activación de los lechos 3, 30 es decir por fluidización de las partículas de las zonas del lecho 30 y 3. La energía térmica transferida al fluido de trabajo también se puede utilizar para fines industriales diferentes del ejemplo adjunto considerado.

25 En particular, en la descripción anterior se ha referido como un modo de ejemplo de la aplicación del dispositivo a una planta de producción de energía eléctrica, autónoma. No obstante, se entiende que las posibles aplicaciones del dispositivo son grandes y en relación con la producción de vapor o calor para la planta industrial, como las centrales eléctricas, la desalación, la calefacción urbana, y así sucesivamente.

30 Con esta configuración, incluso en ausencia de la energía solar - tal como en la noche - se asegura la continuidad de la operación y la entrega de vapor y por lo tanto la salida de calor desde el dispositivo 1.

35 En particular, el tamaño del dispositivo 1, los lechos de partículas 3, 30, las superficies de los haces de tubos 4 y la gama de velocidades del gas de fluidización, puede ser tal para asegurar el almacenamiento de energía térmica durante las horas de sol y la liberación de la misma durante las horas de la noche al intercambiador de calor a través de fluidización de partículas de los lechos 3, 30.

40 Además, como se mencionó anteriormente, utilizando una estructura modular del lecho fluidizado y la modulación para cada sección y la velocidad de fluidización de las propias partículas, así como la altura del lecho de partículas, es posible ajustar la cantidad de energía térmica transferida a los haces de tubos, mediante la elección de dedicar una o más secciones a la transferencia de calor o al almacenamiento a través de una fluidización selectiva y/o diferenciada de dichas secciones, lo que garantiza un funcionamiento continuo de la planta.

45 Por otra parte, en la eventualidad de plantas que proporcionan una variedad de dispositivos 1, la capacidad de ajustar para cada dispositivo la cantidad de calor transferida al fluido de trabajo es necesaria para mantener una temperatura constante y la presión del vapor producida, y que permite la ventaja de mantener constante, disminuir o aumentar la temperatura del fluido de trabajo o, a la misma temperatura, aumentar el flujo de fluido de trabajo.

50 El dimensionado de los dispositivos 1 y la lógica de funcionamiento pueden ser coordinados para lograr una salida de energía dada, incluso en ausencia de radiación solar.

55 También es posible, dependiendo de las necesidades de la planta aguas abajo, para administrar dispositivos individuales de tal manera que, dentro de 24 horas, una parte de estos trabaja sólo para el almacenamiento y parte en la producción o variar la velocidad de fluidización de cada unidad que resulta en cambios globales de la energía térmica producida. Para una energía térmica almacenada dada, esto permite liberar rápidamente a una mayor potencia o por períodos extendidos a una energía más baja.

60 En una realización diferente (no mostrada), se proporciona la presencia de un sistema de parcialización, una especie de obturador, de las superficies de recepción 20 por medio de tabiques aislantes. Dichos tabiques, cuya activación puede ser automatizada y seguir la trayectoria del sol, permiten aislar la parte del lecho de almacenamiento 30 correspondiente a la zona oculta de receptor de superficie 20 y por lo tanto prevenir la re-radiación hacia el exterior por dicha porción del lecho cuando el misma superficie de recepción 20 no se ve afectada por la radiación incidente. Según otra realización preferida de la invención que se puede utilizar en combinación con todas las otras configuraciones descritas anteriormente, se proporciona el uso de combustible gaseoso dentro del lecho fluidizado, para compensar la ausencia prolongada de la exposición al sol y/o para asegurar el logro de un cierto nivel de energía de acuerdo a las necesidades aguas abajo de la planta de producción.

65 Una ventaja importante se deriva de la posibilidad de quemar dicho combustible gaseoso directamente en el lecho fluidizado. Por lo general, para los dispositivos de la técnica anterior esta operación se realiza en unidades de producción separadas de la planta principal de fabricación.

Esta configuración se muestra esquemáticamente en la figura 3 y 3a, que muestra un posible circuito para el gas combustible 15-151. Este último es tal como para proporcionar entradas a cada sector de la cámara de aire 14 en el que tiene lugar la pre-mezcla de gas combustible con el aire de fluidificación precalentado o en el circuito de distribución del gas de fluidización 151.

En la presencia de gas combustible, el dispositivo 1 está equipado con una o más antorchas 22 insertadas en el medio ambiente del dispositivo 1 para desencadenar la combustión y para asegurar el sistema ante cualquier acumulación peligrosa de gas en el interior del dispositivo, y uno o más discos de ruptura 222 en el caso 2. Estos expedientes - como otros que pueden ser aplicables - están dirigidos a prevenir el riesgo de explosión.

En cuanto a la quema de gas per se, esto se conoce la técnica y no se describirá adicionalmente en lo sucesivo.

La utilización de esta configuración adicional se hace aún más conveniente por el hecho de que las normas que regulan la producción de energía a partir de fuentes renovables admiten que una cantidad mínima, por lo general inferior o igual al 15% de la potencia nominal, se produzca por la quema de combustibles fósiles.

Se entenderá mejor en este punto que la invención tiene ventajas considerables en términos de:

- dimensionamiento de la planta, y en particular de dispositivos de almacenamiento y de liberación y de la estructura relativa que son muy compactos - obviamente derivados de la configuración preferida en la que el intercambiador de aire/aire se extiende en altura dentro de la estructura de soporte del propio dispositivo;
- dimensionamiento y funcionamiento de los compresores sopladores 8 que elaboran un líquido más frío que aire ambiental;
- dimensionamiento y operación de extracción de polvo 6 que al igual que el ventilador - compresor 8 trabaja con aire de fluidificación expulsado de a baja temperatura (100 °C);
- dimensionamiento de los haces de tubos 4, que reducen drásticamente las etapas de evaporación de precalentamiento y sobrecalentamiento del fluido de trabajo que se asigna al intercambio de calor dentro del lecho con coeficientes típicos de 300 a 500 W/m²K.

Se entenderá finalmente cómo la invención proporciona también un método de almacenamiento y el intercambio de calor como se define en las reivindicaciones que siguen y que presentan las mismas características preferidas como se ha expuesto anteriormente en relación con las formas preferidas y diversas formas de realización del dispositivo y la planta de la invención.

La presente invención se ha descrito hasta ahora con referencia a realizaciones preferidas. Se pretende que puede haber otras realizaciones que se refieren al mismo concepto inventivo, que pueden caer dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (1) para almacenar y liberar energía térmica apto para recibir una radiación solar concentrada, cuyo dispositivo (1) comprende:

- 5 - al menos un lecho (3, 30) de partículas fluidizables, dispuesto al menos en parte en las superficies de recepción (20) para dicha radiación;
- medios de alimentación (14, 142, 21) para la alimentación de un gas de fluidización para la fluidización de dichas partículas; y
- 10 - elementos de intercambio de calor (4) a través de los que fluye, durante el uso, un fluido operativo y dispuestos en o en la proximidad de dicho lecho (3, 30) de partículas fluidizables,

en el que la disposición global es tal que, durante el uso, porciones (3, 30) de dicho lecho de partículas son aptas para ser movidas selectivamente por el gas de fluidización para el almacenamiento de energía térmica recibida de la radiación solar en una etapa de almacenamiento y para liberar la energía térmica almacenada en dichos elementos de intercambio de calor (4) en una etapa de liberación,

y caracterizado por que la disposición general es tal para permitir una activación independiente de la etapa de almacenamiento de calor y de la etapa de liberación de calor.

2. El dispositivo (1) según la reivindicación 1, en el que dicho lecho de partículas, a su vez consta de:

- 25 - una primera porción de almacenamiento (30), apta para almacenar energía térmica recibida de la radiación solar concentrada y dispuesta en las superficies receptoras (20) para la radiación solar; y
- una segunda porción de liberación (3), dispuesta de forma adyacente a dicha primera porción (30) y apta para liberar energía calor almacenado por este último a dichos elementos de intercambio de calor (4),

en el que dicha primera porción de almacenamiento (30) y dicha segunda porción de liberación (3) son aptas para realizar respectivamente dichas etapa de almacenamiento y dicha etapa de liberación mediante una fluidización respectiva.

3. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que dicha primera (30) y segunda (3) porción de dicho lecho de partículas se reciben dentro de una carcasa común de contención (2).

4. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos de intercambio de calor (4) están dispuestos de manera que estén en contacto con al menos parte (3) de dicho lecho (3, 30) de partículas y/o de manera que se superponga contra, durante el uso, por al menos una parte (3) de dicho lecho (3, 30) cuando es fluidificado por dicho gas de fluidización.

5. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos de intercambio de calor son haces de tubos (4).

6. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios de alimentación (15 151) y medios (22, 222) para la combustión segura de un gas combustible dentro de dicho lecho (3, 30) de partículas o parte de los mismos.

7. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios (14, 142, 21) de alimentación comprende una compartimentación (141) apta para permitir una fluidización selectiva y/o diferenciada de una o más partes de dicho lecho (3, 30) de partículas por el gas de fluidización y/o una fluidización selectiva y/o diferenciada de dicha primera (30) y segunda (3) parte de dicho lecho de partículas o de partes de este último.

8. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha activación independiente de las etapas de almacenamiento y de liberación se obtiene mediante una separación de los circuitos de fluido de operación y del gas de fluidización.

9. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un intercambiador de calor gas/gas, preferiblemente de aire/ aire (7) en el que la disposición general es tal que, durante el uso, de tal intercambiador (7) son alimentados con un primer gas frío que es el gas de fluidización a emplear para la fluidización de dicho lecho (3, 30) de partículas o de dicha primera (30) y/o segunda porción (3) del mismo y un segundo gas caliente que es la salida de gas de fluidización a partir de dicho lecho (3, 30) de partículas o de dicha primera (30) y/o segunda (3) parte del mismo.

10. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación anterior, que está dispuesto sobre una estructura de torre (70) que aloja dicho en el mismo intercambiador de gas/gas (7).

11. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que es adecuado para el uso de aire como gas de fluidización.
- 5 12. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios (8) para la circulación forzada del gas de fluidización.
13. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios aptos para variar selectivamente la velocidad del gas de fluidización.
- 10 14. El dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios (6) para la extracción de polvo del gas de fluidización, dispuestos aguas abajo de una zona de fluidificación de dicho lecho (3, 30) de partículas.
- 15 15. Una planta (100) para la producción de vapor o calor para usos industriales, que comprende uno o más dispositivos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
16. La planta (100) según la reivindicación anterior, que es una planta de producción de energía eléctrica.
- 20 17. Un método para producir vapor o calor para usos industriales a partir de una radiación solar concentrada, proporcionando el empleo de un lecho (3, 30) de partículas fluidizables apto para almacenar energía térmica de origen solar y movable selectivamente por un gas de fluidización, estando el método caracterizado por que comprende:
- 25 - una primera etapa de almacenamiento de energía térmica recibida de la radiación solar concentrada mediante el movimiento de una primera porción (30) de dicho lecho de partículas; y
- una segunda etapa de liberación de energía térmica almacenada en dicha primera etapa para calentar elementos de intercambio (4) a través de los que fluye un fluido operativo,
- caracterizado por que dichas etapas de almacenar y liberar calor pueden ser activadas de forma independiente entre sí.
- 30 18. El método de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que dicha activación independiente de las etapas de almacenamiento y de liberación se consigue mediante una separación térmica de los circuitos de fluido operativo y de que el gas de fluidización.
- 35 19. El método según la reivindicación 17 o 18, que proporciona una etapa de intercambio de calor de gas/gas, preferiblemente aire/aire entre un primer gas frío que es el gas de fluidización a emplear para la fluidización de las porciones de dicho lecho (3, 30) de partículas y un segundo gas caliente que es la salida de gas de fluidización desde dichas porciones de dicho lecho (3, 30) de partículas.
- 40 20. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, en el que dicho gas de fluidización es aire.
- 45 21. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, en el que se presentó una variación selectiva de la velocidad del gas de fluidización.
22. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, que es un método de producción de energía eléctrica.
- 50 23. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 22, que proporciona una combustión de combustible fósil gaseoso dentro de dicho lecho (3, 30) de partículas o de partes de los mismos.

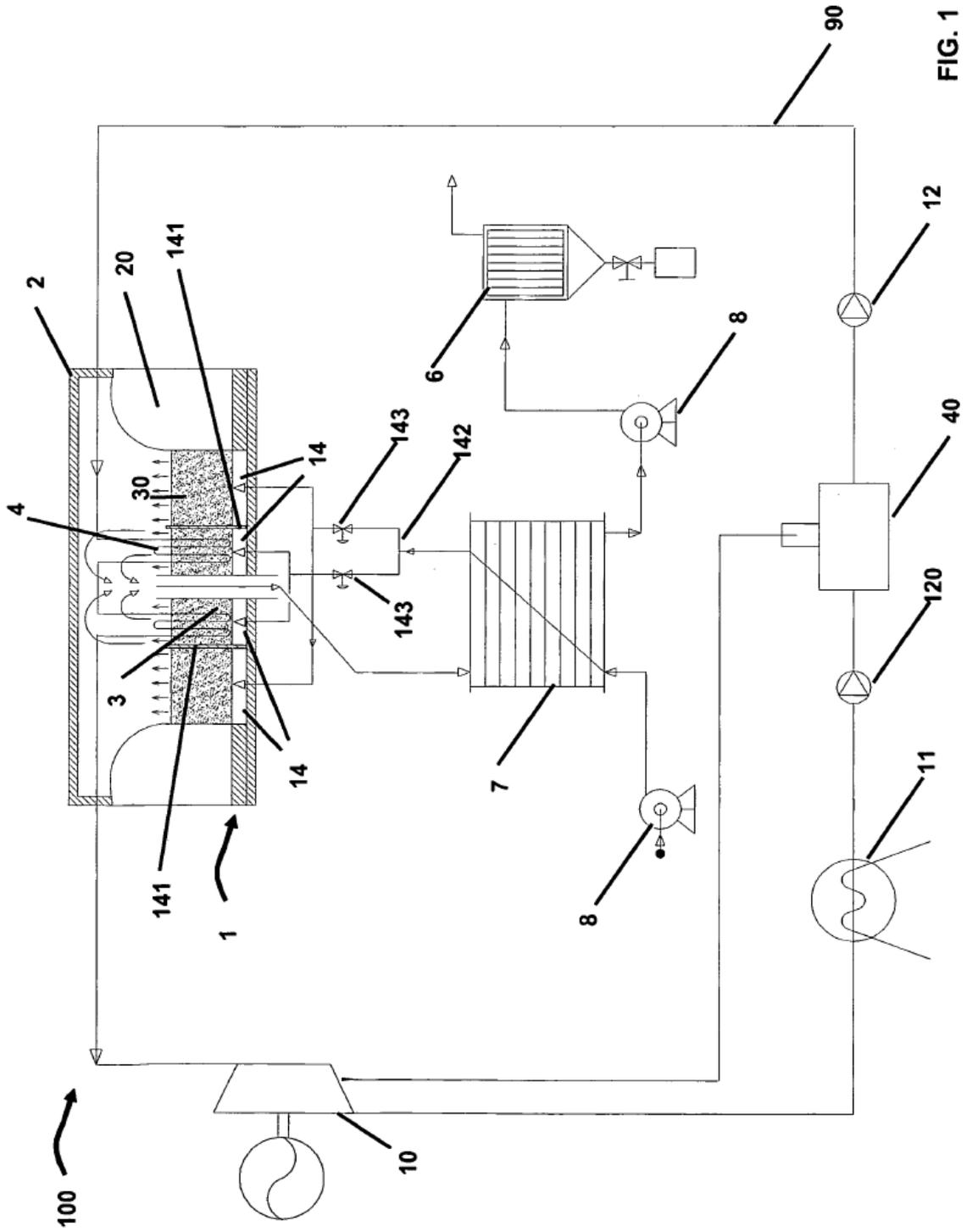


FIG. 1

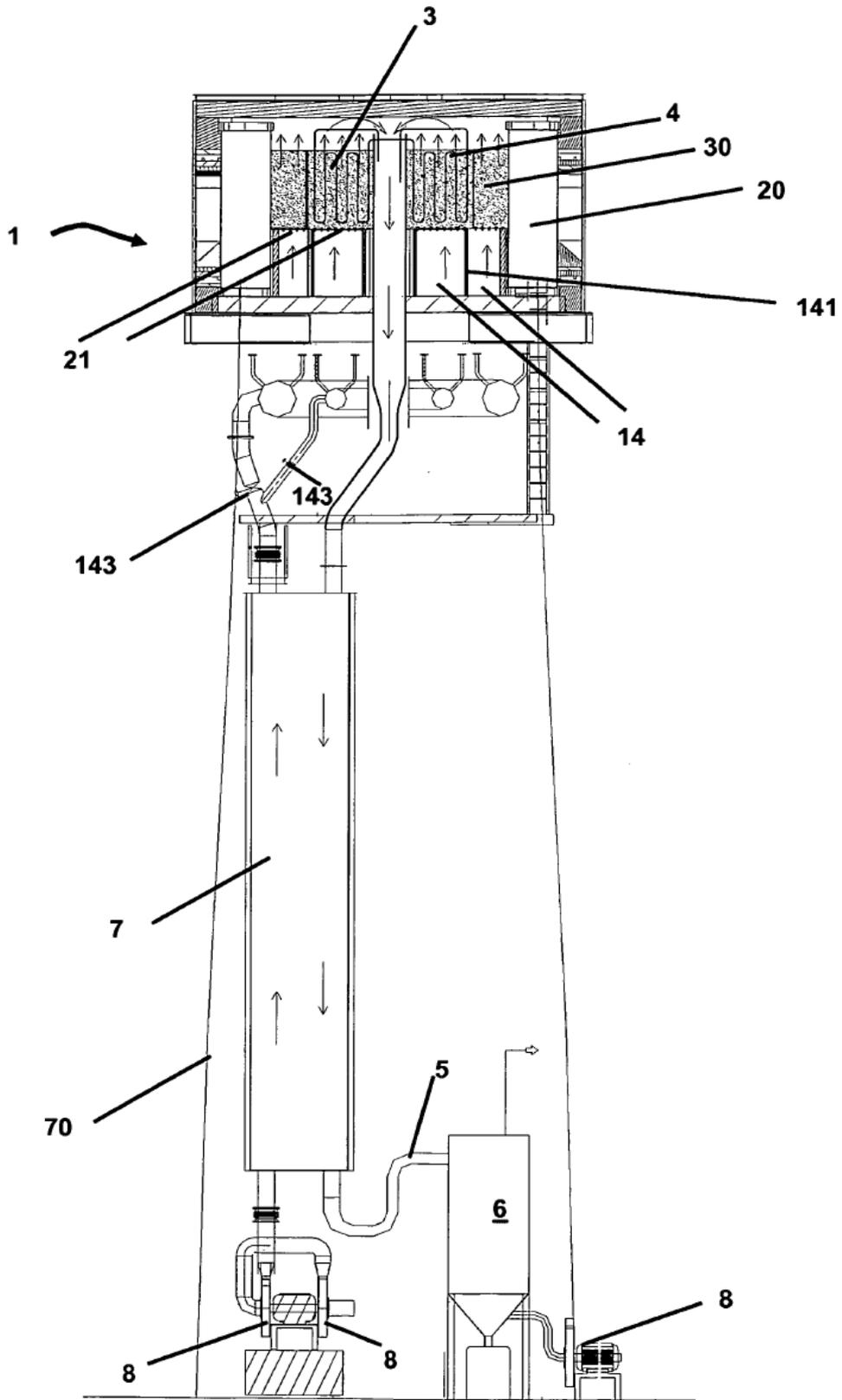


FIG. 1a

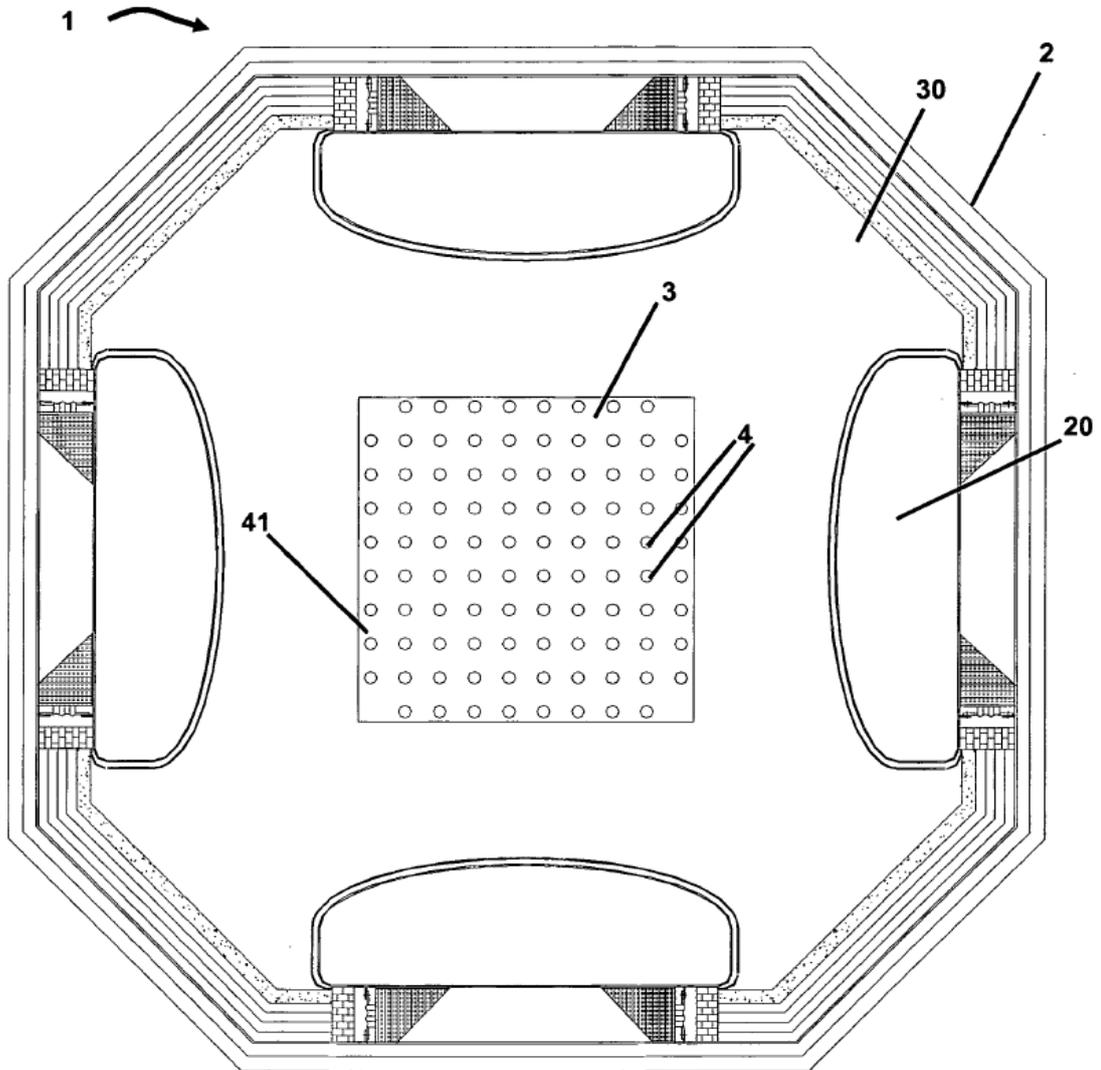


FIG. 2

