

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 002**

21 Número de solicitud: 201400808

51 Int. Cl.:

F03G 6/06 (2006.01)

F28D 20/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

15.10.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.04.2016

Fecha de la concesión:

08.02.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

15.02.2017

73 Titular/es:

ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES S.A.
(100.0%)

Energía solar, N° 1, Campus Palmas Altas
41014 Sevilla (Sevilla) ES

72 Inventor/es:

TRÉVOR BACHÉ, Elliott;
GIMÉNEZ GAVARRELL, Pablo;
GONZÁLEZ ROUBAUD, Edouard y
ORDÓÑEZ BARREIRO, Irene

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

54 Título: **Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura**

57 Resumen:

Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, de los que comprenden una estructura de monolitos apilados (4), siendo éstos refractarios y con una serie de huecos (3) configurados para que circule un gas caloportador a su través. La estructura de monolitos apilados (4) comprende al menos una capa intermedia (5, 6) configurada para limitar la transferencia de energía por radiación y conducción. Dicha capa intermedia puede ser:

i) capa intermedia de monolitos (5) de un material cuyo coeficiente de emisividad y cuya conductividad térmica es inferior al coeficiente de emisividad y a la conductividad térmica que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4), y

ii) capa intermedia de aire (6) delimitada por un recubrimiento de un material con un coeficiente de emisividad inferior al que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados.

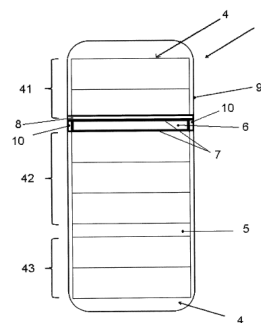


FIG. 6

ES 2 567 002 B1

DESCRIPCIÓN

Sector técnico de la invención

La presente invención se encuadra dentro de los sistemas de almacenamiento de energía
5 térmica. Más concretamente se refiere a un tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura apto para ser cargado y descargado con un gas caloportador. Este tanque tiene aplicación tanto en centrales termosolares como en procesos de producción donde el almacenamiento de calor puede ser un factor diferenciador e interesante desde el punto de vista económico. En general, esta tecnología está dirigida, en la mayoría de los casos, a
10 aplicaciones de alta temperatura donde el flujo de calor en radiación no es despreciable y debería considerarse al igual que el flujo de calor por conducción.

Antecedentes de la invención

Desde hace pocos años, los ciclos Brayton se están hibridando con energía solar. Este tipo de ciclo tiene varias ventajas sobre los ciclos Rankine entre las que destaca una mayor
15 eficiencia térmica gracias a una mayor temperatura nominal de operación de la turbina. Dado que el ciclo Brayton tiene mayores rendimientos a mayores temperaturas, el sistema de almacenamiento térmico debe soportar dichas temperaturas. Hasta ahora se conocen dos tipos de almacenamiento de energía térmica: almacenamiento en vapor de agua y almacenamiento en sales en calor sensible. Sin embargo, estas dos opciones no son viables
20 a mayores temperaturas como las que se encuentran en un ciclo de Brayton típico, ya que las sales se degradan y el vapor no alcanza tan altas temperaturas. Por ello se necesitan otras formas alternativas de almacenar energía térmica a mayores temperaturas.

Una tecnología que se está considerando para el almacenamiento a alta temperatura es el almacenamiento en tanques llenos de material refractario, tal como alúmina, cordierita y
25 mullita, es el caso descrito en el documento siguiente: S. Zunft, M. Hänel, M. Krüger, V. Dreissigacker, F. Göhring y E. Wahl, "Jülich Solar Power Tower—Experimental Evaluation of the Storage Subsystem and Performance Calculation", *Journal of Solar Energy Engineering*, vol. 133, 2011. Esta opción para el almacenamiento de energía térmica a alta temperatura consiste en tanques formados por el apilamiento de monolitos fabricados con un material
30 refractario. Estos monolitos, similares a un ladrillo, presentan generalmente forma de panal con canales que lo atraviesan dispuestos para que circule el gas caloportador (véase figura 1). El aire (gas caloportador) procedente de un ciclo Brayton atraviesa estos canales y transfiere el calor a los monolitos durante el proceso de carga del tanque y, durante la descarga del mismo, es el monolito el que cede calor al aire o gas caloportador. Los
35 monolitos están disponibles en el mercado en varias geometrías y tamaños, aunque para

esta aplicación de almacenamiento de calor suelen tener un tamaño de 0,15m x 0,15m x 0,15m. Estos monolitos se apilan y se agrupan para tener un tanque que almacene suficiente energía sin tener demasiada superficie externa, ya que dicha superficie implica pérdidas de calor hacia el ambiente.

- 5 Como ejemplo de este tipo de sistemas de acumulación de energía térmica se encuentra un acumulador de calor divulgado en el documento CN201096465 (Y), donde dicho acumulador está formado por monolitos en forma de panel. Además se encuentra reforzado y presenta capas de amortiguación de expansión térmica dispuestas entre los monolitos para evitar fracturas.
- 10 Debida a la alta proporción entre superficie y volumen de los sistemas o tanques formados por monolitos apilados (del orden de 500 a 2000 m²/m³), la transferencia de calor se hace muy rápidamente (véase por ejemplo, el documento: Rafidi N., Blaziak W. Thermal performance analysis on a two composite material honeycomb heat regenerators used for HiTAC burners. *Applied Thermal Engineering*. 25 (2005) pp. 2966-2982). Durante el proceso
- 15 de carga y descarga del sistema o tanque de almacenamiento, la convección es el mecanismo de transferencia más importante. No obstante, cuando dicho sistema está en modo de espera, es decir, no se está produciendo ni la carga ni la descarga del mismo, el mecanismo más importante de transferencia de calor entre zonas del sistema que están a distinta temperatura es la radiación y conducción (véase el documento: Y. Asakuma, T. Yamamoto. "Effective Thermal Conductivity with Convection and Radiation in Packed Bed". *Journal of Energy and Power Engineering*. Vol. 7 (2013) pp. 639-646, donde se pone de
- 20 manifiesto el problema de la transferencia por radiación a altas temperaturas pero en caso de lechos empacados). Además, la convección natural apenas tiene lugar porque la zona más caliente se dispone en la parte superior del sistema y la zona más fría en la parte inferior del mismo.
- 25 La transferencia de calor por radiación y conducción entre los monolitos del tanque supone un inconveniente en este tipo de sistemas de almacenamiento, ya que implica pérdidas de calor en aquellos monolitos que se encuentran a mayor temperatura durante el modo de espera.
- 30 Dichas pérdidas, suponen un inconveniente en cuanto a la temperatura del aire o gas caloportador a la salida del tanque en fase de descarga. A mayores pérdidas en los monolitos, menor será la temperatura máxima de los monolitos y por tanto, menor temperatura alcanzará el gas a su paso a través de dichos monolitos. Por tanto, es importante reducir la transferencia de calor entre los distintos niveles del tanque para que
- 35 durante la descarga del tanque de almacenamiento el gas caloportador aumente su

temperatura hasta el valor deseado (temperaturas altas, similares a las temperaturas de entrada del gas en la turbina; del orden de 1000°C o superior). Por ello es importante que no exista transferencia de calor por radiación y conducción entre monolitos, ya que eso implicaría pérdidas de energía en los monolitos más fríos, donde el fenómeno de transferencia más importante es la conducción, y entre los más más calientes donde los fenómenos de transferencia más importantes son conducción y radiación y, por tanto, esto implicaría una reducción de la temperatura del gas caloportador a la salida del sistema. Visto de otra forma, también es importante tener una baja temperatura de salida del tanque de almacenamiento en modo carga para que dicha corriente de aire se pueda utilizar en un ciclo Brayton, dado que los componentes actuales para ciclos Brayton tal como soplantes o compresores (del inglés, *blowers*), que compensan las pérdidas de carga en el almacenamiento, no aceptan altas temperaturas en sus entradas.

Actualmente no se conoce ninguna solución al problema que plantea la transferencia de calor por radiación y/o conducción entre las distintas zonas o capas de monolitos en este tipo de sistemas. Es importante reducir al máximo dicha transferencia con objeto de evitar pérdida de calor en las capas a más alta temperatura, tal y como se ha comentado en el párrafo anterior. La solución más obvia a este problema sería la de separar los monolitos en varios tanques. Sin embargo, esta solución sería más costosa por la necesidad de construir varios tanques, especialmente si éstos son presurizados. Además, se producirían pérdidas de presión en las conducciones entre tanques, lo que se traduciría en pérdidas de carga en el sistema, y por tanto, de potencia en la turbina.

El sistema de almacenamiento que se describe en la presente invención intenta limitar la transferencia debida a radiación y conducción dentro de un tanque formado por monolitos sin tener que recurrir a varios tanques por los inconvenientes que ello conlleva, por lo que se presenta una propuesta novedosa para solventar el inconveniente que supone la transferencia de energía entre distintas capas de monolitos por radiación y conducción.

Descripción de la invención

La presente invención describe un tanque de almacenamiento térmico que comprende una estructura formada por monolitos apilados en las tres direcciones del espacio (en adelante, estructura de monolitos apilados) donde cada monolito dispone de varios huecos o canales dispuestos para la circulación a su través de un gas caloportador. El gas caloportador es el gas que cede o absorbe energía al tanque de almacenamiento durante la carga y descarga del mismo respectivamente. Los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados son de material refractario, preferiblemente con una conductividad inferior a 10 W/mK a una temperatura superior a 400°C (que es la temperatura mínima de operación del

tanque). Con objeto de reducir o evitar la transferencia de calor por radiación y conducción entre las distintas capas de monolitos, que se produce entre las capas adyacentes entre las que haya un gradiente de temperatura cuando el tanque está en modo de espera o de reposo (es decir, cuando no está siendo cargado ni descargado), el tanque comprende al menos una
5 capa intermedia de baja emisividad y conductividad configurada para tal fin, estando dicha capa intermedia situada entre la capa superior y la capa inferior de monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados. Dicha capa intermedia puede ser de dos tipos:

i) Capa de monolitos de un material cuyo coeficiente de emisividad y cuya conductividad
10 térmica es inferior al coeficiente de emisividad y conductividad térmica que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados a la temperatura de operación del tanque (capa intermedia de tipo (i))

Preferiblemente, el coeficiente de emisividad de la capa intermedia de monolitos es inferior a 0,5 a temperaturas superiores a 400°C.

ii) Capa de aire delimitada por un recubrimiento tanto por los laterales, como por su cara
15 superior e inferior, siendo dicho recubrimiento de un material con un coeficiente de emisividad inferior al coeficiente de emisividad que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados a la temperatura de operación del tanque y, presentando dicho recubrimiento huecos para permitir el paso de gas caloportador a su través (capa intermedia de tipo (ii)).

20 Preferiblemente, el coeficiente de emisividad del recubrimiento de la capa intermedia de aire es inferior a 0,5 a temperaturas superiores a 400°C.

Cuando el gas caloportador circula a través del tanque por los huecos de los monolitos, esta capa de aire queda rellena con dicho gas caloportador.

Durante el proceso de carga, el gas caloportador a alta temperatura se introduce por la parte
25 superior del tanque y atraviesa las distintas capas de monolitos por los huecos o canales que éstos presentan a la vez que va cediendo energía térmica a los mismos por radiación y conducción.

Tras la fase de carga, la zona del tanque situada por encima de la capa intermedia de baja
30 emisividad y conductividad queda a temperaturas más altas con respecto al promedio global del tanque, y la parte inferior queda a temperaturas más bajas con respecto al promedio global, minimizándose la transferencia térmica por radiación y conducción entre estas dos zonas en la fase de espera debido precisamente a la presencia de la capa intermedia.

Dependiendo del tamaño del tanque y de la potencia requerida por la turbina y el resto del
35 sistema, se define en qué altura se pone la capa o capas intermedias de baja emisividad y conductividad.

Durante el proceso de descarga, el gas caloportador a baja temperatura se introduce por la parte inferior del tanque y atraviesa las distintas capas de monolitos por los huecos o canales que éstos presentan a la vez que va absorbiendo energía térmica almacenada en la estructura de monolitos apilados.

- 5 En una primera realización, el tanque comprende una única capa intermedia, bien del tipo i) ó ii) mencionadas anteriormente, dividiendo así la estructura de monolitos apilados en dos secciones. Preferiblemente esta capa intermedia divide la estructura de monolitos en dos secciones de igual altura. De esta forma, la altura de cada sección sería aproximadamente el 50% de la altura total del tanque.
- 10 En una segunda realización, el tanque comprende dos capas intermedias, de forma que la estructura de monolitos apilados quedaría dividida en tres secciones: una superior, otra intermedia y otra inferior. Ambas capas intermedias podrían ser del tipo i) mencionado anteriormente, o bien del tipo ii) o bien una de ellas del tipo i) y otra del tipo ii). La primera capa intermedia se encontraría entre la sección superior y la sección intermedia y la segunda
- 15 capa intermedia se encontraría entre la sección intermedia y la inferior.
Preferiblemente, en esta segunda realización, las capas intermedias se situarían a una altura tal que las secciones tendrían la siguiente altura aproximadamente:
 - la sección superior: 20% de la altura total de la estructura de monolitos apilados
 - la sección intermedia: 60% de la altura total de la estructura de monolitos apilados
 - 20 - la sección inferior: 20% de la altura total de la estructura de monolitos apiladosEsta realización sería la más adecuada para un ciclo de Brayton con aporte de energía solar. Las capas intermedias también se podrían situar a una altura tal que las secciones tendrían la siguiente altura aproximadamente:
 - la sección superior: 10% de la altura total de la estructura de monolitos apilados
 - 25 - la sección intermedia: 80% de la altura total de la estructura de monolitos apilados
 - la sección inferior: 10% de la altura total de la estructura de monolitos apiladosEn otra realización, las capas intermedias también se podrían situar a una altura tal que las secciones tendrían la siguiente altura aproximadamente:
 - la sección superior: 30% de la altura total de la estructura de monolitos apilados
 - 30 - la sección intermedia: 40% de la altura total de la estructura de monolitos apilados
 - la sección inferior: 30% de la altura total de la estructura de monolitos apiladosEn una realización preferida, el material refractario que conforma la estructura de monolitos apilados es un material cerámico.
- 35 Las capas intermedias de monolitos (capa intermedia de tipo (i)) deben estar formadas por materiales menos emisivos y menos conductores que los que forman los monolitos

refractarios que forman la estructura apilada de monolitos. Un material típico que conforma la estructura apilada de monolitos es la mullita (material cerámico), cuyo coeficiente de emisividad está alrededor de 0,5. Luego un material que tenga una emisividad inferior y una conductividad inferior a la de la mullita sería adecuado para formar la capa de monolitos tipo

5 (i). Además de mullita, los monolitos que conforman la estructura apilada pueden ser de otros materiales refractarios, como, por ejemplo: alúmina, mullita, cordierita o materiales compuestos que comprendan carburo de silicio, wolframio, molibdeno, zirconio, etc.

En otra realización, el tanque comprende tres o más capas intermedias de forma que la estructura de monolitos apilados quedaría dividida en cuatro o más secciones.

- 10 Un material preferido para formar la capa intermedia de monolitos (capa intermedia tipo (i)) es la magnesia.

Los monolitos tienen preferiblemente una estructura en forma de panel, donde la sección de los canales puede variar, pudiendo ser dicha sección cuadrada, hexagonal, etc. Además, los canales presentan una disposición vertical, es decir, son paralelos a la altura del tanque.

- 15 En general, la capa intermedia de monolitos presenta un espesor del orden del espesor de las capas de monolitos cerámicos que conforma la estructura apilada o incluso inferior. Pero para que las capas intermedias cumplan su misión de reducir la transferencia de energía entre las capas de monolitos deben tener un espesor de al menos 1 cm. En un panel de 0.15m x 0.15m y 60 x 60 celdas en la sección transversal, una distancia de 0.01m es
- 20 suficiente para que se pierda una temperatura de sólo 10K en 10 días.

La estructura apilada de monolitos en su conjunto está rodeada por una pared de aislamiento térmico que completa la estructura del tanque.

En el caso de que la capa intermedia sea una capa de aire delimitada por un recubrimiento (capa intermedia del tipo (ii)), el tanque comprende una pared horizontal que cubre la

25 sección transversal del interior del tanque, con huecos para dejar pasar el aire. La finalidad de esta pared horizontal es la de sustentar los monolitos que quedan por encima de la capa intermedia de aire. Esta pared horizontal está fijada a la pared de aislamiento térmico que rodea a la estructura de monolitos apilados. Esta pared no deja pasar el gas caloportador al espacio que existe entre la estructura de monolitos apilados y la pared de aislamiento

30 térmico que rodea a la misma.

El material que conforma los monolitos de la estructura de monolitos apilados deberá tener suficiente resistencia mecánica para aguantar las dilataciones térmicas producidas por el propio material sometido a elevadas presiones y temperaturas, no obstante, entre los monolitos puede disponerse un material termoexpansivo para evitar que sufran roturas por

35 estar sometidos a altas presiones tras una expansión térmica. Un material termoexpansivo

tiene la propiedad de soportar el estrés provocado por cambios de temperatura en el material adyacente.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1: muestra una representación de diferentes monolitos.

5 Figura 2: muestra la sección transversal de un monolito con estructura en forma de panal.

Figura 3: muestra un ejemplo de agrupamiento de los monolitos (vista en planta). Cada cuadrado representa un monolito.

Figura 4: muestra una sección longitudinal del tanque de la presente invención con capas intermedias del tipo (i) mostradas anteriormente.

10 Figura 5: muestra una sección longitudinal del tanque que presenta capas de aire (tipo (ii) indicadas anteriormente)

Figura 6: muestra una sección longitudinal del tanque que presenta una capa de aire entre la sección superior y la sección intermedia del tanque y una capa intermedia del tipo (i) descrita anteriormente entre la sección inferior y la sección intermedia.

15 Las referencias que aparecen en las figuras son las siguientes:

1.- Tanque

2.- Monolito

3.- Huecos (o canales)

4.- Estructura de monolitos apilados

20 41.- Sección superior de la estructura de monolitos apilados

42.- Sección intermedia de la estructura de monolitos apilados

43.- Sección inferior de la estructura de monolitos apilados

5.- Capa intermedia de tipo (i)

6.- Capa intermedia de aire (tipo (ii)).

25 7.- Recubrimiento que delimita la capa intermedia de aire

8.- Pared horizontal sustentadora

9.- Pared de aislamiento térmico

10. Pared de aislamiento de flujo

Descripción detallada de la invención

30 A continuación se muestra una descripción detallada de la invención, pero no limitativa de la misma.

Tal y como se muestra en la figura 1 y 2, cada monolito (2) dispone de una serie de huecos (3) en forma de canal a través de los cuales circula el gas caloportador. Los monolitos (2) son apilados para conformar de esta manera la estructura de monolitos apilados (4). En la

35 figura 3 se muestra un ejemplo de apilamiento en forma circular para minimizar la superficie

exterior de la estructura (4). Se podrían emplear otras formas de apilamiento si fuera más interesante desde el punto de vista de fabricación.

En la figura 4 se muestra una realización de un tanque (1) que comprende una estructura de monolitos apilados (4) de material refractario, preferiblemente con una conductividad inferior a 10 W/mK a una temperatura superior a 400°C. El tanque (1) comprende dos capas intermedias de monolitos (5) que dividen la estructura de monolitos apilados (4) en tres secciones. Estas capas intermedias están formadas por monolitos de un material con coeficiente de emisividad inferior al que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4) y cuya conductividad térmica es, asimismo, inferior a la conductividad térmica que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4).

En la figura 5 se muestra una realización de un tanque (1) formado por la estructura de monolitos apilados (4) que comprende dos capas intermedias de aire (6) delimitadas por un recubrimiento (7) tanto por los laterales, como por su cara superior e inferior, siendo dicho recubrimiento de un material con un coeficiente de emisividad inferior al coeficiente de emisividad que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos (4).

A continuación y tal y como muestra la figura 6, se describe en detalle una realización preferida de un tanque que incluye una primera capa intermedia de aire (6) y una segunda capa intermedia del tipo (i) explicada anteriormente.

El tanque comprende una estructura de monolitos apilados (4) cuya altura total son 15 metros. Cada monolito (2) mide 0,15m x 0,15m x 0,15m y presenta forma de panal con 25x25 canales o huecos (3) de sección cuadrada de 4,90 mm de lado. Estos monolitos están fabricados en alúmina. Los monolitos se agrupan en una forma que se aproxima lo más posible a un cilindro para aprovechar al máximo el espacio en el tanque (véase Figura 3) y tener la menor superficie exterior. El diámetro aproximado de la circunferencia que rodearía a la estructura de monolitos tiene una longitud de 20 m.

La estructura de monolitos apilados (4) presenta una primera capa intermedia de aire (6). Esta capa de aire está delimitada, tanto por la parte superior, como por la inferior y por laterales por un recubrimiento de wolframio. Además, sobre esta capa se sitúa una pared horizontal sustentadora (8) (por ejemplo de acero al carbono) que sostiene los monolitos apilados que se encuentran por encima de esta capa de aire (6). Esta pared horizontal (8) está fijada a la pared de aislamiento térmico (9) que rodea a toda la estructura de monolitos apilados (4). En el lateral de la capa intermedia, entre ésta y la pared térmica (9) se ubica una pared de aislamiento de flujo (10). Esta pared de aislamiento de flujo (10) impide que el gas caloportador se introduzca entre monolitos (4) y pared de aislamiento térmico (9).

Esta pared horizontal (8) presenta huecos para permitir el paso del gas caloportador (aire, por ejemplo) durante el proceso de carga y descarga y, además, está configurada para soportar temperaturas de hasta 1000°C o incluso superiores.

La estructura de monolitos apilados (4) presenta una segunda capa intermedia de tipo (i) (5).

5 Estos monolitos en particular son ladrillos de magnesita.

De esta forma la estructura de monolitos apilados (4) queda dividida en tres secciones: una superior (41), una intermedia (42), y una inferior (43). La primera capa intermedia de aire (6) quedaría entre la sección superior (41) y la sección intermedia (42) y la segunda capa intermedia de tipo (i) (5) quedaría entre la sección intermedia (42) y la sección inferior (43).

10 La altura de cada sección sería aproximadamente la siguiente:

- la sección superior (41): 10% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
- la sección intermedia (42): 80% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
- la sección inferior (43): 10% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)

La estructura de monolitos apilados (4) se ajusta lo más posible a un agrupamiento cilíndrico y se aísla con una pared de aislamiento térmico (9) que rodea a la estructura de monolitos apilados (4).

15

REIVINDICACIONES

1. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura que comprende una estructura de monolitos apilados (4), siendo estos monolitos de un material refractario y donde cada
5 monolito (2) comprende una serie de huecos (3) configurados para que circule un gas caloportador a su través, **caracterizado porque** dicha estructura de monolitos apilados (4) comprende al menos una capa intermedia (5,6) configurada para limitar la transferencia de energía por radiación y conducción, estando situada dicha capa intermedia (5,6) entre la capa superior y la capa inferior de monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4)
10 y donde dicha capa intermedia (5,6) es seleccionada de entre:
i) una capa de monolitos (5) de un material cuyo coeficiente de emisividad y cuya conductividad térmica es inferior al coeficiente de emisividad y conductividad térmica respectivamente que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4), y
15 ii) una capa de aire (6) delimitada por un recubrimiento (7) tanto por los laterales, como por su cara superior e inferior, siendo dicho recubrimiento (7) de un material con un coeficiente de emisividad inferior al coeficiente de emisividad que presentan los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4) y presentando dicho recubrimiento (7) huecos para permitir el paso de gas caloportador a su través.
- 20 2. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura según reivindicación 1, caracterizado porque los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4) presentan una conductividad inferior a 10 W/mK a una temperatura superior a 400°C.
3. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura según reivindicación 1, caracterizado porque los monolitos que conforman la capa intermedia (5) presentan un
25 coeficiente de emisividad inferior a 0,5 a una temperatura superior a 400°C.
4. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura según reivindicación 1, caracterizado porque el recubrimiento (7) es de un material con un coeficiente de emisividad inferior a 0,5 a una temperatura superior a 400°C.
5. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1
30 caracterizado por comprender una única capa intermedia (5,6) que divide la estructura de monolitos apilados (4) en dos secciones de igual altura.
6. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1 caracterizado por comprender dos capas intermedias (5,6) que dividen la estructura de monolitos apilados (4) en tres secciones: sección superior (41), sección intermedia (42),
35 sección inferior (43).

7. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 6 caracterizado por que las secciones tienen la siguiente altura aproximadamente:
 - la sección superior (41): 20% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
 - la sección intermedia (42): 60% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
 - 5 - la sección inferior (43): 20% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4).
8. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 6 caracterizado por que las secciones tienen la siguiente altura aproximadamente:
 - la sección superior (41): 10% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
 - la sección intermedia (42): 80% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
 - 10 - la sección inferior (43): 10% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4).
9. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 6 caracterizado por que las secciones tienen la siguiente altura aproximadamente:
 - la sección superior (41): 30% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
 - la sección intermedia (42): 40% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4)
 - 15 - la sección inferior (43): 30% de la altura total de la estructura de monolitos apilados (4).
10. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1 caracterizado por que los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4) están fabricados en un material seleccionado de alúmina, mullita y cordierita.
11. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1
20 caracterizado por que el material que conforma los monolitos de la capa intermedia de tipo (i) es ladrillo de magnesita.
12. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 6 caracterizado porque una de las capas intermedias es una capa de monolitos (5) del tipo (i) y otra es una capa de aire (6) de tipo (ii).
- 25 13. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1 caracterizado porque comprende una pared de aislamiento térmico (9) que rodea a toda la estructura de monolitos apilados (4).
14. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 13
30 caracterizado porque en caso de que el tanque comprenda una capa intermedia de aire (6), comprende una pared horizontal sustentadora (8) configurada para sostener los monolitos apilados que se encuentran por encima de la capa intermedia de aire (6), estando esta pared horizontal sustentadora (8) fijada a la pared de aislamiento térmico (9).
15. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1
35 caracterizado porque comprende un material termoexpansivo entre los monolitos que conforman la estructura de monolitos apilados (4).

16. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1 caracterizado porque el recubrimiento (7) que delimita la capa intermedia de aire (6) es de wolframio.

5 17. Tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura, según reivindicación 1 caracterizado por comprender tres o más capas intermedias (5,6).

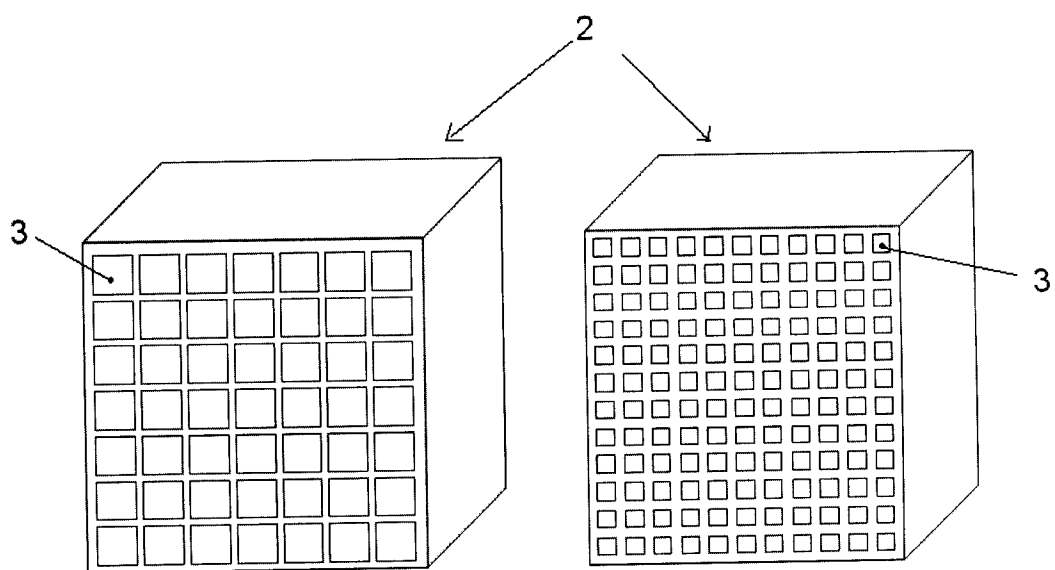


FIG: 1

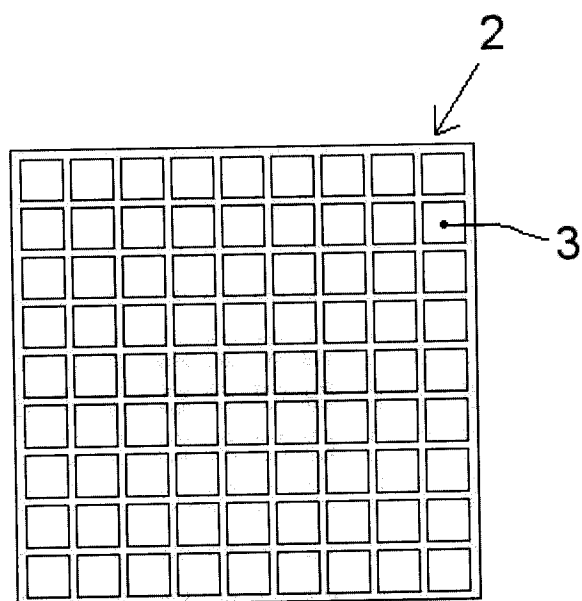


FIG.2

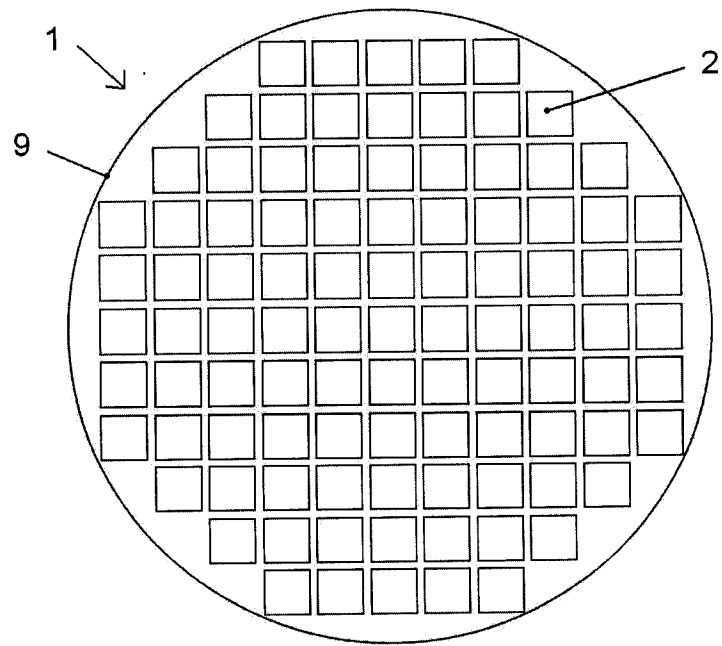


FIG. 3

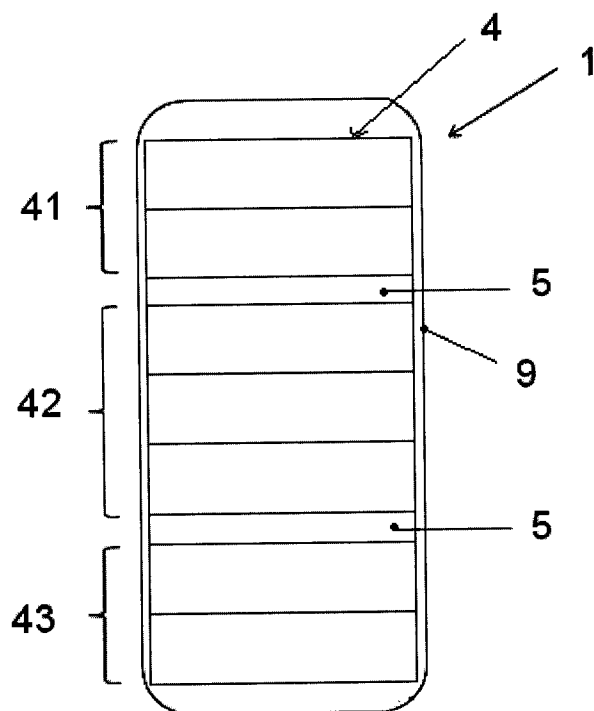


FIG. 4

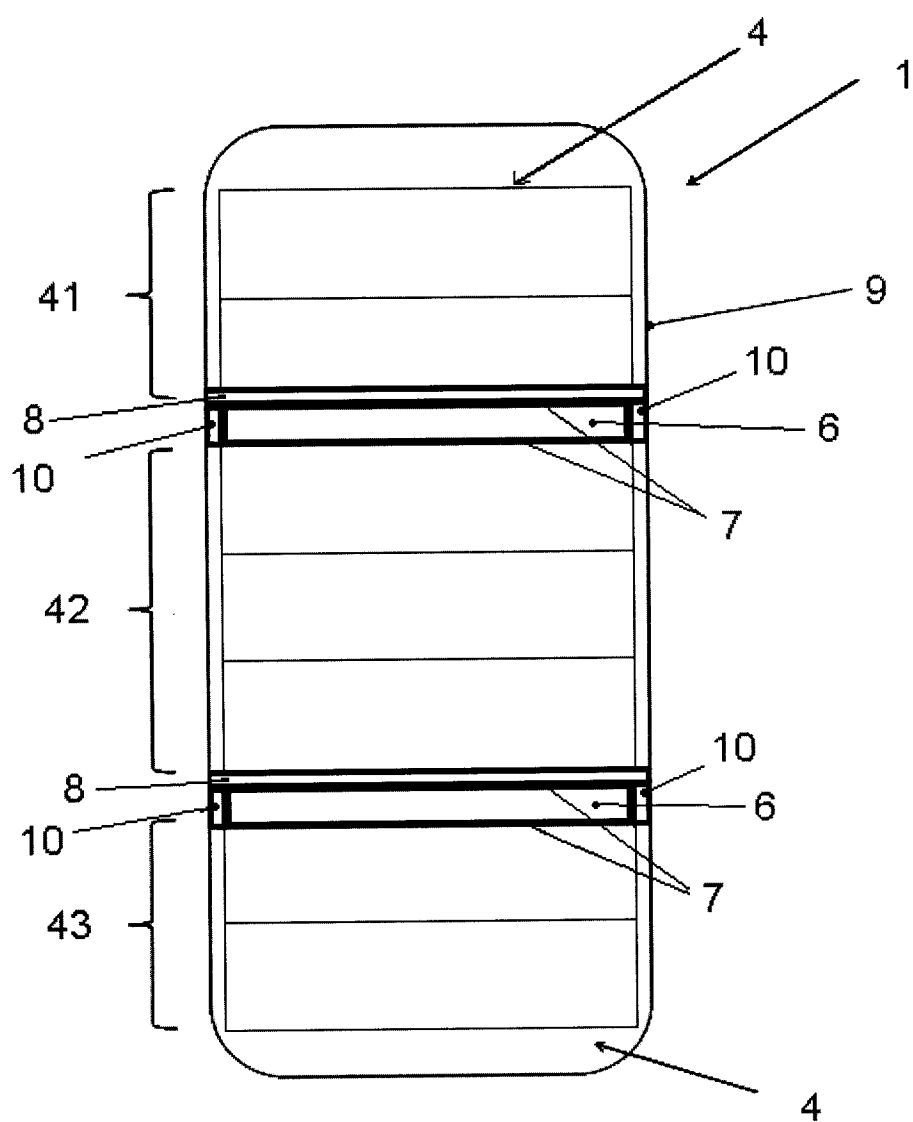


FIG. 5

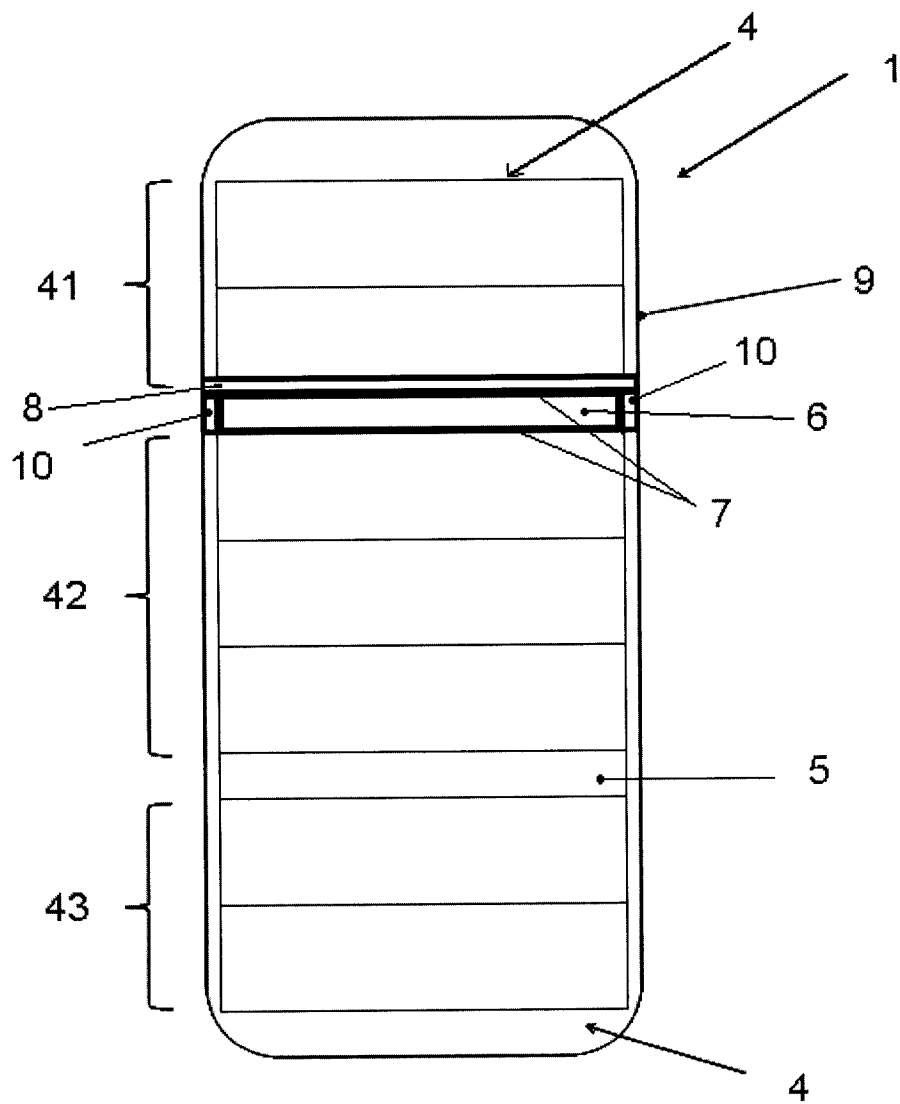


FIG. 6



- ②① N.º solicitud: 201400808
②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.10.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **F03G6/06** (2006.01)
F28D20/02 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4215553 A (NUSSDORFER THEODORE J et al.) 05/08/1980, columna 1, líneas 49 - 55; columna 8, líneas 20 - 53.	1
A	US 4727930 A (BRUCKNER ADAM P et al.) 01/03/1988, todo el documento.	1
A	CN 201096465Y Y (CAPITAL ENG & RES INC LTD) 06/08/2008, BASE DE DATOS WPI en EPOQUE, figuras.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
27.01.2016

Examinador
J. A. Celemín Ortiz-Villajos

Página
1/4

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

F23M, F03G, F28D

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.01.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-17	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-17	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4215553 A (NUSSDORFER THEODORE J et al.)	05.08.1980

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

En el estado de la técnica se han encontrado algunos documentos relacionados con la invención solicitada, pero que no anulan la novedad ni la actividad inventiva de la misma. Se comenta, a continuación, el más cercano (D01).

En D01 se presenta una planta de turbina de gas alimentada con un sistema de energía solar. Algunas características técnicas de la primera reivindicación de la solicitud presentada se encuentran como tal en D01, como son (las referencias numéricas corresponden a D01): tanque de almacenamiento térmico a alta temperatura (30) que puede estar formado por monolitos apilados de un material refractario con una serie de huecos configurados para que circule un gas caloportador a su través (ver columna 1, líneas 49-55 y columna 8, líneas 20-53).

Sin embargo, en D01 no se difunde la característica técnica de la capa intermedia que limita la transferencia de calor, que sí figura en la solicitud presentada.

Por tanto, existen características técnicas en la primera reivindicación de la solicitud presentada que no se encuentran como tal en el estado de la técnica, ni se deducen de una manera evidente para un experto en la materia, por lo que dicha reivindicación posee novedad y actividad inventiva, de acuerdo con los artículos 6 y 8 de la ley 11/1986 de Patentes.

El resto de reivindicaciones (2-17) también poseen novedad y actividad inventiva, de acuerdo con los citados artículos, al ser dependientes de la primera reivindicación.