

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 418**

51 Int. Cl.:

F28D 15/02 (2006.01)

F01K 1/04 (2006.01)

F28D 15/06 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2015 PCT/EP2015/077432**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16091578**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2015 E 15802017 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3207325**

54 Título: **Procedimiento para la puesta en funcionamiento de un acumulador de calor termoquímico**

30 Prioridad:

12.12.2014 DE 102014225696

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

10.07.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**DANOV, VLADIMIR y
KAUTZ, MARTIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 719 418 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

Procedimiento para la puesta en funcionamiento de un acumulador de calor termoquímico

5 La invención se refiere a un procedimiento para la puesta en funcionamiento, especialmente para la carga y descarga, de un acumulador de calor termoquímico. El documento WO 2014/033132 A1 desvela un procedimiento con las características en el preámbulo de la reivindicación 1.

El trabajo que ha dado como resultado esta invención ha sido promovido por el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea [FP7/2007-2013] dentro del acuerdo de promoción nº 282889.

10 En centrales de energía solar térmica se puede obtener energía térmica a partir de la radiación solar, por ejemplo, mediante receptores de concentradores solares parabólicos o receptores de torre. En este sentido, la energía térmica se transmite a un fluido, el cual está acoplado térmicamente con un circuito de vapor. Mediante el circuito de vapor, la energía térmica, es decir, calor a alta temperatura, puede transformarse, por consiguiente, en energía eléctrica.

15 En efecto, la generación de la energía eléctrica está ligada directamente a la radiación solar. Para separar la generación de la energía eléctrica de la radiación solar, de acuerdo con el estado de la técnica, se integran acumuladores de calor térmicos en el circuito de vapor de la central térmica solar. Los acumuladores de calor térmicos pueden, según el tipo y el tamaño, compensar pausas a corto plazo (nubes) y/o a medio plazo (noche) de la radiación solar. De acuerdo con el estado de la técnica, como acumuladores de calor térmicos están previstos, por ejemplo, acumuladores de hormigón, acumuladores de sal o acumuladores de agua a alta presión.

20 La presente invención se basa en el objetivo de hacer posible una acumulación de energía térmica mediante un acumulador de calor termoquímico.

El objetivo se resuelve mediante un procedimiento con las características de la reivindicación independiente 1. En las reivindicaciones dependientes están indicadas configuraciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención.

25 En el procedimiento de acuerdo con la invención para la puesta en funcionamiento de un acumulador de calor termoquímico, en un primer paso, mediante una carga del acumulador de calor termoquímico se genera un primer vapor de agua. En un segundo paso el primer vapor de agua se suministra a un intercambiador de calor. En un tercer paso, el primer vapor de agua se condensa al menos parcialmente en agua mediante el intercambiador de calor con una liberación al menos parcial de su energía térmica. En un cuarto paso, que se produce a continuación, el agua se pone a presión. En otras palabras, en el cuarto paso se efectúa un aumento de la presión del agua. Además, de acuerdo con la invención, en un quinto paso, el agua puesta a presión se devuelve al intercambiador de calor. En un sexto paso, con una absorción al menos parcial de la energía térmica liberada anteriormente en el tercer paso, se efectúa al menos una evaporación parcial del agua puesta a presión en segundo vapor de agua. En un séptimo paso, el segundo vapor de agua se acumula al menos parcialmente en un acumulador de vapor.

35 Así se efectúa un enfriamiento de recuperación del vapor de agua (primer vapor de agua) que surge en la carga. El primer vapor de agua licuado de esta manera, al menos parcialmente, se pone a presión a continuación, es decir, la presión aumenta, y además se vuelve a calentar o se sobrecalienta, de forma que se produce una recuperación con la absorción, al menos parcial, de la energía térmica liberada en el enfriamiento de recuperación. De esta manera, de acuerdo con la invención se genera vapor de agua (segundo vapor de agua) a un nivel de presión que ha aumentado respecto al primer vapor de agua.

40 De acuerdo con la invención, se produce una acumulación del primer vapor de agua en la forma del segundo vapor de agua, segundo vapor de agua el cual presenta una presión mayor que el primer vapor de agua. De esta manera, ventajosamente el volumen de acumulación del acumulador de vapor se reduce respecto a una acumulación directa del primer vapor de agua. Cuanto mayor es la presión del segundo vapor de agua menor es el volumen de acumulación necesario del acumulador de vapor.

45 De acuerdo con la invención, antes de poner a presión (aumentar la presión) el primer vapor de agua (agua) condensado, una parte de la energía térmica del primer vapor de agua se recupera mediante el intercambiador de calor y se transmite al agua puesta a presión para generar el segundo vapor de agua. De esta manera aumenta la eficiencia energética del procedimiento. Además, ventajosamente, se reduce la energía necesaria para el aumento de la presión del agua y se hace posible una acumulación con ahorro del volumen de acumulación del primer vapor de agua en la forma del segundo vapor de agua.

50 Especialmente, el procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado para la acumulación de calores a alta temperatura, por ejemplo, de una central solar térmica.

En un perfeccionamiento especialmente ventajoso de la invención, el segundo vapor de agua es suministrado de nuevo al acumulador de calor termoquímico en la descarga del acumulador de calor termoquímico.

De esta manera, ventajosamente, el vapor de agua, el cual es necesario para la descarga del acumulador de calor termoquímico, es facilitado por el segundo vapor de agua. De forma típica, el vapor de agua (segundo vapor de agua) suministrado al acumulador de calor termoquímico en la descarga debe presentar una presión mayor que el vapor de agua (primer vapor de agua) generado en la carga. Ventajosamente, la presión mayor se hace posible por el aumento de la presión del agua y, así, por el segundo vapor de agua. De esta manera, ventajosamente la acumulación del vapor de agua (primer vapor de agua) generado en la carga se combina sinérgicamente con los requisitos en cuanto a la presión del vapor de agua (segundo vapor de agua) en la descarga.

De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la invención, como acumulador de vapor se utiliza un acumulador de vapor Ruths.

En la utilización ventajosa de un acumulador de vapor Ruths, el segundo vapor de agua se acumula en estado de saturación. De esta manera, ventajosamente se facilita un acumulador de vapor especialmente compacto.

Preferentemente, el agua se pone a una presión de al menos 0,5 MPa (megapascuales).

En consecuencia se efectúa, preferentemente, un aumento de la presión a 0,5 MPa. Especialmente, es ventajoso un aumento de la presión del agua a al menos 0,5 MPa y 2,0 MPa como máximo, especialmente 1,6 MPa como máximo. Con la utilización de un acumulador de vapor Ruths está previsto un aumento de la presión del agua a al menos 1,5 MPa. Los intervalos de presión mencionados son, por ello, ventajosos, ya que de esta manera se pueden emplear acumuladores de vapor conocidos. Generalmente, sin embargo, la presión del agua puede estar adaptada al acumulador de vapor utilizado.

En una configuración ventajosa de la invención, el agua puesta a presión es calentada antes de ser devuelta al intercambiador de calor.

De esta manera se favorece ventajosamente la evaporación del agua en segundo vapor de agua. Por ejemplo, el calentamiento del agua puesta a presión puede efectuarse con recuperación mediante otro intercambiador de calor.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferido de la invención, al agua puesta a presión se le suministra agua fresca antes de ser devuelta al intercambiador de calor.

Ventajosamente, de esta manera, se favorece y se mejora la acumulación del segundo vapor de agua. Especialmente al principio de la carga, es decir, en una primera y/o escasa generación del primer vapor de agua, de esta manera se garantizan el enfriamiento de recuperación del primer vapor de agua y la generación del segundo vapor de agua. En este sentido, puede estar previsto un calentamiento previo del agua fresca suministrada, por ejemplo, con recuperación.

En una configuración ventajosa de la invención, se puede utilizar segundo vapor de agua acumulado en el acumulador de vapor para generar agua fresca.

Especialmente, el agua fresca generada de esta manera puede ser acumulada en un acumulador de agua y suministrada al agua puesta a presión, por ejemplo, con posterioridad. Puede estar previsto un enfriamiento de recuperación del segundo vapor de agua para generar el agua fresca.

Otras ventajas, características y particularidades de la invención se desprenden de los ejemplos de realización descritos a continuación, así como de las figuras. A este respecto muestran:

La figura 1, un diagrama de circuito esquemático para una carga o una descarga de un acumulador de calor termoquímico, acumulándose un vapor de agua generado en la carga a un nivel de presión superior en un acumulador de vapor, y

La figura 2, otro diagrama de circuito esquemático para una carga o una descarga de un acumulador de calor termoquímico, acumulándose un vapor de agua generado en la carga a un nivel de presión superior en un acumulador de vapor Ruths.

Los elementos del mismo tipo o equivalentes pueden estar provistos de las mismas referencias en las figuras.

La figura 1 muestra un diagrama de circuito esquemático para una carga 100 o descarga 101 de un acumulador de calor termoquímico 2 de acuerdo con la presente invención, basándose el acumulador de calor termoquímico 2 en

CaO y Ca(OH)₂.

5 En la carga 100 del acumulador de calor termoquímico 2 se genera un primer vapor de agua 40. En este sentido, el primer vapor de agua 40 presenta una temperatura de 420° C y una presión de 0,01 MPa. El primer vapor de agua 40 es suministrado a continuación a un intercambiador de calor 4 para el enfriamiento de recuperación. De esta manera, el primer vapor de agua 40 se condensa al menos parcialmente en agua 41. El agua 41 presenta en este sentido una temperatura de 46°C y una presión de 0,01 MPa. Par aumentar la presión del agua 41 respecto a la presión del vapor de agua 40 condensado está prevista una bomba 6 que pone el agua 41 a una presión, que ha aumentado respecto a 0,01 PMa, de 0,5 MPa. La temperatura del agua 41 se mantiene casi constante con el aumento de la presión mediante la bomba 6.

10 El agua 41 puesta a presión es devuelta de nuevo al intercambiador de calor 4. En el intercambiador de calor 4 la energía térmica del primer vapor de agua 40 se transmite al agua 41 puesta a presión. De esta manera se efectúa un calentamiento o sobrecalentamiento del agua 41 puesta a presión, de forma que se efectúa una evaporación del agua 41 puesta a presión en segundo vapor de agua 42. El segundo vapor de agua 42 presenta una temperatura de casi 420°C y una presión de 0,5 MPa. En consecuencia, la presión del primer vapor de agua 42 aumenta respecto a la presión del primer vapor de agua 40. La temperatura del segundo vapor de agua 42 casi se corresponde con la temperatura dl primer vapor de agua 40, pudiendo producirse una diferencia de temperatura por la diferencia de temperatura terminal del intercambiador de calor 4.

20 El segundo vapor de agua 42 se acumula en un acumulador de vapor 8. A causa de la presión que ha aumentado respecto al primer vapor de agua 41, e necesita un menor volumen de acumulación para la acumulación del segundo vapor de agua 42. Por ejemplo, está previsto un volumen de acumulación del acumulador de vapor 8 de aproximadamente $2 \cdot 10^6$ m³. De esta manera el segundo vapor de agua 42 puede acumularse con un flujo másico de aproximadamente 100 kg/s en un periodo de tiempo de 8 h.

25 En la descarga 101 del acumulador de calor termoquímico 2 el segundo vapor de agua 42 acumulado mediante el acumulador de vapor 2 es suministrado de nuevo al acumulador de calor termoquímico. En efecto, el suministro del segundo vapor de agua 42 se efectúa a una presión que ha aumentado respecto a la presión del primer vapor de agua 40. Por ejemplo, al acumulador de calor termoquímico 2 se le suministra el segundo vapor de agua 42 a una temperatura de 420°C y una presión de 0,5 MPa. El flujo másico del segundo vapor de agua 42 puede ser, en este sentido, de aproximadamente 50 kg/s, por ejemplo, en un período de tiempo de 16 h.

30 Al menos una parte del segundo vapor de agua 42 acumulado puede suministrarse a un acumulador de agua 10 mediante otra bomba 14 por medio de otro intercambiador de calor 12. En este sentido se efectúa un enfriamiento de recuperación del segundo vapor de agua 42 dentro del otro intercambiador de calor 12. De esta manera se efectúa una condensación al menos parcial del segundo vapor de agua 42. El segundo vapor de agua 42 condensado se acumula en el acumulador de agua 10 y puede volver a suministrarse en estado de agregación líquido al agua 41 puesta a presión.

35 En la figura 2 está representada una configuración ventajosa del diagrama de circuito esquematizado mostrado en la figura 1. En este sentido la figura 2 muestra en esencia los mismos elementos que ya mostraba la figura 1.

En la figura 2 el segundo vapor de agua 42 está acumulado en un acumulador de vapor Ruths 9. Para ello se efectúa un aumento, mayor respecto a la figura 1, de la presión del agua 41, aumento con el cual el agua 41 se pone a una presión de 1,55 MPa.

40 En este sentido el agua 41 puesta a presión presenta una temperatura de 46°C.

45 Además, al descargar el acumulador de calor termoquímico 2 está prevista una conducción del segundo vapor de agua 42 acumulado por medio de una válvula de expansión 16. En otras palabras, la presión del segundo vapor de agua 42 acumulado se reduce mediante la válvula de expansión 16, por ejemplo, de 1,55 MPa a 0,5 MPa. Después de la válvula de expansión 16 el segundo vapor de agua 42 presenta una temperatura en el intervalo de 150°C a 200°C.

Además, por la utilización de un acumulador de vapor Ruths 9 no es necesario un enfriamiento de recuperación del segundo vapor de agua 42 para generar agua fresca 43, de forma que se puede suprimir el otro intercambiador de calor 12 de la figura 1.

50 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito más en detalle mediante los ejemplos de realización preferidos, la invención no está limitada por los ejemplos develados, o a partir de estos pueden ser deducidas por el especialista otras variantes sin salir del ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la puesta en funcionamiento de un acumulador de calor termoquímico (2) en el que, mediante una carga (100) del acumulador de calor termoquímico (2), se genera un primer vapor de agua (40) y se suministra a un intercambiador de calor (4), en el que el primer vapor de agua (40), mediante el intercambiador de calor (4), con una liberación al menos parcial de su energía térmica, se condensa al menos parcialmente en agua (41) y en el que el agua (41) se pone a presión a continuación, **caracterizado por que** el agua (41) puesta a presión es devuelta al intercambiador de calor (4) y con una absorción al menos parcial de la energía térmica liberada anteriormente, se evapora al menos parcialmente en segundo vapor de agua (42), segundo vapor de agua (42) el cual se acumula al menos parcialmente en un acumulador de vapor (8, 9).
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el segundo vapor de agua (42) es suministrado al acumulador de calor termoquímico (2) en la descarga (101) del acumulador de calor termoquímico (2).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que como acumulador de vapor (8, 9) se utiliza un acumulador de vapor Ruths (9).
- 15 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el agua (41) se pone a una presión de al menos 0,5 MPa.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el agua (41) puesta a presión se calienta antes de ser devuelta al intercambiador de calor (4).
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que al agua (41) puesta a presión se le suministra agua fresca (43) antes de ser devuelta al intercambiador de calor (4).
- 20 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que al menos una parte del segundo vapor de agua (42) se utiliza para generar agua fresca (43).

FIG 1

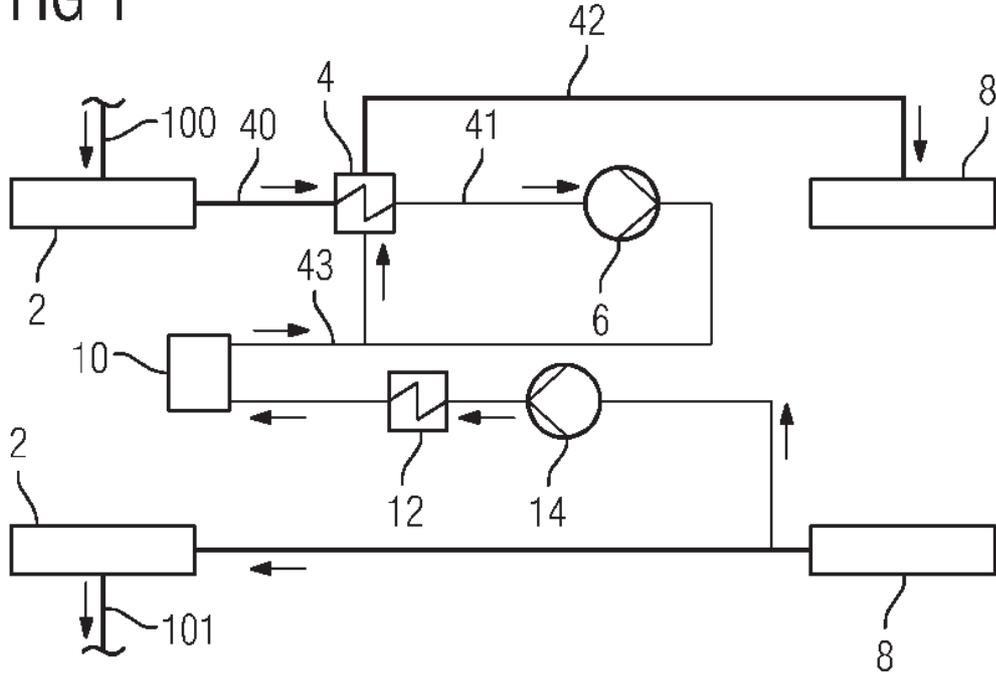


FIG 2

