

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 248**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

F24J 2/00 (2014.01)

F24J 3/08 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

B01D 53/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2011 E 11749810 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2603305**

54 Título: **Central eléctrica alimentada con combustible fósil con dispositivo de separación para dióxido de carbono y procedimiento para separar dióxido de carbono de un gas de escape de una central eléctrica alimentada con combustible fósil**

30 Prioridad:

03.09.2010 EP 10175226

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

18.02.2015

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**KREMER, HERMANN y
VORTMEYER, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 529 248 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

Central eléctrica alimentada con combustible fósil con dispositivo de separación para dióxido de carbono y procedimiento para separar dióxido de carbono de un gas de escape de una central eléctrica alimentada con combustible fósil.

5 La invención se refiere a una central eléctrica alimentada con combustible fósil con un dispositivo de combustión y un dispositivo de separación para dióxido de carbono, en particular un dispositivo de separación para dióxido de carbono compuesto por una unidad de absorción y una unidad de desorción. La invención se refiere además a un procedimiento para separar dióxido de carbono a partir de un gas de escape de una central eléctrica alimentada con combustible fósil.

10 En el caso de las centrales eléctricas alimentadas con combustible fósil, actualmente se encuentran en fase de desarrollo y de prueba una serie de procedimientos para la separación de dióxido de carbono a partir del gas de escape de la central eléctrica. A este respecto se usan procedimientos de lavado, en los que antes de la combustión (precombustión) o tras la combustión (poscombustión) mediante absorción química o física se separa el dióxido de carbono a partir del gas de escape. En el caso del procedimiento poscombustión, se absorbe dióxido de carbono en columnas de absorción mediante un medio de lavado, que vuelve a regenerarse en una columna de desorción dispuesta aguas abajo de la columna de absorción liberando dióxido de carbono. El medio de lavado regenerado se dirige de nuevo desde la columna de desorción a continuación a través de intercambiadores de calor en contracorriente correspondientes de vuelta a la columna de absorción y por tanto se conduce en circuito. Para el procedimiento de desorción, para la regeneración del medio de lavado se necesita una gran cantidad de energía calorífica, que se suministrará a la columna de desorción a través de evaporadores de colector y a través de intercambiadores de calor en salidas laterales de la columna de desorción.

15 El problema principal de los procedimientos existentes para la separación de dióxido de carbono a partir de un gas de escape es, en particular, el gasto energético muy elevado que es necesario para la desorción en forma de energía de calefacción. Para ello, en el estado de la técnica todavía no se han encontrado mejoras útiles que reduzcan el gasto energético de un dispositivo de separación integrado en un procedimiento de central eléctrica para la separación de dióxido de carbono en una medida suficiente.

20 Hasta ahora la energía calorífica necesaria se extraía del procedimiento de central eléctrica en forma de vapor de caldeo. En el caso de los procedimientos de central eléctrica fósiles, actualmente se utiliza una gran parte del vapor de baja presión de la turbina a vapor, por regla general entre el 30 y el 70%, para la regeneración del medio de lavado, lo que reduce el rendimiento total de la central eléctrica en del 4 al 7%. En el caso de modificaciones posteriores correspondientes en una central eléctrica existente con un dispositivo de separación de dióxido de carbono esto conduce además a reformas considerables en los circuitos de vapor y de agua así como en la turbina a vapor y por tanto a inversiones considerables.

25 Una desventaja general de los dispositivos de separación de dióxido de carbono, conocidos por el estado de la técnica, es en particular el gasto energético muy elevado. Además el desacoplamiento de vapor de la central eléctrica origina inversiones adicionales considerables y dificulta el funcionamiento de la central eléctrica en los distintos estados de funcionamiento. Una desventaja adicional aparece en particular en la fase de arranque de la central eléctrica. El vapor de proceso para la regeneración del medio de lavado sólo puede ponerse a disposición cuando la central eléctrica genera vapor de proceso suficiente. Así se tarda más en pasar la instalación de separación a un funcionamiento de separación estable y por tanto se libera más dióxido de carbono sin purificar a la atmósfera.

30 Por tanto un objetivo de la invención consiste en proponer una central eléctrica alimentada con combustible fósil que a pesar de la conexión de un dispositivo de separación de dióxido de carbono logre un elevado rendimiento y en la que, en los distintos estados de funcionamiento, la instalación de separación pueda pasarse más rápido a un funcionamiento de separación estable, incluso cuando todavía no está disponible suficiente vapor de proceso. De este modo se evitan adicionalmente emisiones de dióxido de carbono. Un objetivo adicional de la invención es indicar un procedimiento para separar dióxido de carbono a partir de un gas de escape de una central eléctrica alimentada con combustible fósil, que garantice un elevado rendimiento y en la que, en los distintos estados de funcionamiento, la instalación de separación pueda pasarse más rápido a un funcionamiento de separación estable, para de este modo evitar adicionalmente emisiones de dióxido de carbono.

35 El objetivo dirigido a un dispositivo se soluciona según la invención con las características de la reivindicación 1.

40 Una central eléctrica alimentada con combustible fósil con un dispositivo de separación para dióxido de carbono dispuesto aguas abajo de un dispositivo de combustión y a través del que puede fluir un gas de escape que contiene dióxido de carbono, en la que el dispositivo de separación presenta una unidad de absorción y una unidad de desorción, y en la que para proporcionar energía de desorción, la unidad de desorción para un acoplamiento de

energía calorífica está unida con una fuente de energía renovable, se perfecciona en el sentido de que entre la unidad de desorción y la fuente de energía renovable está conectado un acumulador térmico y en el circuito de medio de lavado del dispositivo de separación están integrados uno o más acumuladores de medio de absorción.

5 Por tanto, la invención se basa en la idea de proporcionar la energía calorífica necesaria para el dispositivo de separación en lugar de a través de la central eléctrica, a través de una fuente de energía renovable no convencional. Esto es posible, dado que para la regeneración de dióxido de carbono sólo es necesario calor de baja temperatura, que de manera ideal puede proporcionarse mediante fuentes de energía regenerativas. Por consiguiente es posible hacer funcionar la central eléctrica alimentada con combustible fósil sin pérdidas de rendimiento sustanciales para generar corriente eléctrica. En el caso de un funcionamiento por separado de una central eléctrica alimentada con
10 combustible fósil con dispositivo de separación y del aporte de la cantidad de calor necesaria para la regeneración del medio de lavado mediante fuentes de energía renovables se obtiene en total un balance de dióxido de carbono más ventajoso. En este caso es ventajoso en particular, que la central eléctrica sin pérdidas de rendimiento sustanciales pueda transformar en corriente eléctrica un carburante fósil al nivel de rendimiento técnico más elevado. Además la instalación de separación en los distintos estados de carga logra más rápido un modo de
15 funcionamiento estable.

En este caso, el acumulador térmico está configurado de tal modo que la posible energía calorífica sobrante, que se produce por ejemplo durante el día, puede acumularse temporalmente, de modo que al dispositivo de separación para dióxido de carbono también se le pueda aportar energía calorífica, cuando durante cierto tiempo la fuente de
20 energía renovable no puede proporcionar, en parte o por completo, energía calorífica. Este es el caso de las instalaciones de energía solar térmica fuera del periodo de radiación solar. Por consiguiente, mediante el acumulador térmico se garantiza que el dispositivo de separación para dióxido de carbono puede hacerse funcionar en gran medida con una energía calorífica constante.

Del mismo modo pueden incluirse unidades acumuladoras (tanques de almacenamiento) en el circuito de medio de lavado, para el medio de lavado cargado y el regenerado, para reaccionar de manera más flexible a cambios de
25 carga y superar los estados de funcionamiento en los que no puede proporcionarse energía calorífica suficiente para la desorción (no representado en el presente documento).

Los acumuladores de medio de absorción son recipientes que pueden acumular el medio de absorción durante cierto tiempo. Ventajosamente estos recipientes se disponen en el tubo de medio de absorción desde la unidad de absorción hasta la unidad de desorción, dado que de este modo puede acumularse temporalmente el medio de
30 absorción cargado. De este modo pueden superarse estados de funcionamiento en los que no está disponible suficiente energía calorífica para la desorción.

Mediante un dispositivo de separación que se hace funcionar con energías renovables, que está integrado en una central eléctrica, cabe esperar costes de funcionamiento claramente inferiores. A este respecto la cantidad de inversión para generar la energía renovable es aproximadamente la misma que cuando se proporciona vapor de
35 proceso a través de la central eléctrica alimentada con combustible fósil.

Ventajosamente la energía renovable se proporciona mediante una instalación de energía solar térmica. A este respecto, la instalación de energía solar térmica está compuesta preferiblemente por un parque solar, que está compuesto por colectores cilíndrico-parabólicos individuales o que también puede estar configurado en forma de una torre solar. Mediante el parque solar se genera vapor, que se proporciona en forma de energía calorífica a la unidad
40 de desorción para la regeneración del medio de lavado.

Igualmente de manera ventajosa puede utilizarse una instalación geotérmica para generar energía calorífica para el dispositivo de separación. A este respecto una instalación geotérmica también puede utilizarse en regiones en las que, dado el caso, no existe una radiación solar suficiente para una instalación de energía solar térmica, pero puede obtenerse calor geotérmico de la tierra. La ventaja de una instalación geotérmica se encuentra en particular también
45 en la disponibilidad ininterrumpida del calor.

En otra configuración ventajosa de la central eléctrica alimentada con combustible fósil, la fuente de energía renovable es una instalación de combustión de biogás y/o biomasa. Las instalaciones de combustión de biogás, biomasa de este tipo se suman a las fuentes de energía renovable. El uso de instalaciones de combustión de biogás, biomasa para generar calor para el dispositivo de separación es concebible en emplazamientos de centrales
50 eléctricas, en los que el uso de instalaciones de energía solar térmica o instalaciones geotérmicas es desfavorable desde el punto de vista energético debido a la situación geológica.

En una configuración preferida adicional, la unidad de desorción, a través de un intercambiador de calor dispuesto aguas abajo o en paralelo adicional, puede recibir energía calorífica de la unidad de turbina a vapor de la central eléctrica alimentada con combustible fósil, de modo que en el caso de un aporte de energía calorífica insuficiente por
55 la fuente de energía renovable, a la unidad de desorción puede proporcionarse de manera regulada la energía

calorífica de la unidad de turbina a vapor. Para el control de la entrada de calor se prevén dispositivos reguladores correspondientes. Por consiguiente con esta medida se garantiza que también en el caso de un aporte total o parcialmente insuficiente de energía calorífica a través de la fuente de energía renovable, puede usarse energía calorífica en forma de vapor de proceso a partir del procedimiento de central eléctrica para la desorción de dióxido de carbono. Por consiguiente, se aumenta la seguridad de funcionamiento del dispositivo de separación para dióxido de carbono.

El objetivo dirigido a un procedimiento de la invención se soluciona mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 6.

El procedimiento para separar dióxido de carbono a partir de un gas de escape de una central eléctrica alimentada con combustible fósil, que consiste en un procedimiento de absorción y un procedimiento de desorción, proporciona la energía calorífica necesaria para el procedimiento de desorción al menos parcialmente por medio de energías renovables, en el que la energía calorífica generada de manera renovable se acumula temporalmente antes de un acoplamiento en el procedimiento de desorción y se compensa un aporte total o parcialmente insuficiente al procedimiento de desorción de energía calorífica renovable mediante un procedimiento de regulación, ajustándose el aporte insuficiente mediante el vapor del procedimiento de turbina a vapor de la central eléctrica alimentada con combustible fósil.

A este respecto, según la invención la energía necesaria para la separación de dióxido de carbono, se proporciona, en lugar de a partir de la central eléctrica alimentada con combustible fósil, por energías renovables. Esto es posible, dado que para la regeneración del disolvente de dióxido de carbono es suficiente calor a un nivel proporcionalmente bajo. Este calor puede proporcionarse de manera ideal mediante fuentes de energía regenerativas. De este modo la central eléctrica alimentada con combustible fósil puede hacerse funcionar sin pérdidas de rendimiento sustanciales y generar corriente eléctrica.

Además en los distintos estados de funcionamiento la instalación de separación se pasa más rápido a un funcionamiento de separación estable, incluso cuando todavía no está disponible suficiente vapor de proceso, y de este modo se reducen adicionalmente las emisiones de dióxido de carbono.

En una configuración ventajosa del procedimiento para separar dióxido de carbono, la energía calorífica para el procedimiento de desorción se genera de manera solar térmica y se transfiere a un medio de intercambio de calor.

En una configuración ventajosa adicional del procedimiento para separar dióxido de carbono, el calor para el procedimiento de desorción se genera de manera geotérmica y se transfiere a un medio de intercambio de calor. En comparación con la energía solar térmica, el uso de la energía geotérmica tiene la ventaja de que la energía calorífica está disponible en gran medida de manera constante.

El procedimiento para separar dióxido de carbono está configurado además de manera ventajosa porque la energía calorífica para el procedimiento de desorción se genera mediante la combustión de biogás y/o biomasa y la energía calorífica se transfiere a un medio de intercambio de calor. También es posible la combinación de varias fuentes de energía regenerativa de distintos tipos. Así, por ejemplo para cubrir la demanda básica se prevé un aporte geotérmico y/o un aporte mediante la combustión de biogás y/o biomasa y para cubrir los picos de demanda además una instalación de energía solar térmica.

A continuación se explicará en más detalle la invención por medio de un ejemplo de realización mediante un dibujo esquemático. Muestra:

la figura 1 un ejemplo de realización de una central eléctrica alimentada con combustible fósil con un dispositivo de separación para dióxido de carbono, que se une con una instalación de energía solar térmica.

La central 1 eléctrica alimentada con combustible fósil representada en la figura 1 está compuesta esencialmente por un dispositivo 6 de combustión, un dispositivo 2 de separación para dióxido de carbono y una fuente 5 de energía renovable. En el ejemplo de realización de la figura 1 la fuente 5 de energía renovable es un parque 7 solar.

El dispositivo 2 de separación para dióxido de carbono comprende esencialmente una unidad 3 de absorción y una unidad 4 de desorción. La unidad 3 de absorción así como la unidad 4 de desorción pueden estar compuestas por una o más columnas. El dispositivo 6 de combustión está unido con la unidad 3 de absorción mediante un tubo 8 de gases de combustión. La alimentación del gas de combustión tiene lugar en este caso en la zona inferior de la unidad 3 de absorción. Dentro de la unidad 3 de absorción el gas de combustión se pone en contacto con un disolvente, captándose dióxido de carbono mediante el disolvente. La unidad de absorción libera un gas de combustión libre en gran medida de dióxido de carbono, que se expulsa a través de la salida 11 de gas de combustión de la unidad 3 de absorción.

Para expulsar el disolvente cargado, la unidad 3 de absorción está unida con la unidad 4 de desorción a través de una tubería 9 de alimentación de disolvente. La expulsión del disolvente cargado tiene lugar en el fondo de la unidad 3 de absorción. Preferiblemente en la zona superior de la unidad 3 de absorción está conectado un tubo 10 de recirculación de disolvente, mediante el que la unidad 3 de absorción, para la recirculación de disolvente regenerado, está unida con la unidad 4 de desorción. En el tubo 9 de alimentación de disolvente y el tubo 10 de recirculación de disolvente está conectado un intercambiador 12 de calor de flujo cruzado. Mediante el intercambiador 12 de calor de flujo cruzado se transfiere el calor del disolvente regenerado al disolvente cargado. Esto apoya por un lado el procedimiento de desorción, dado que el disolvente cargado ya está precalentado y ahora tiene que usarse menos energía para expulsar el dióxido de carbono, y por otro lado el procedimiento de absorción, dado que el disolvente regenerado enfriado posibilita una carga mayor de dióxido de carbono.

En la unidad 4 de desorción se calienta adicionalmente el disolvente cargado, liberándose mediante el denominado recocido dióxido de carbono. La unidad 4 de desorción libera en la zona superior un vapor desprendido, una mezcla de gas-vapor de dióxido de carbono y vapor. En uno de los condensadores 13 dispuestos aguas abajo de la unidad 4 de desorción, mediante condensación del vapor se separa dióxido de carbono.

En el ejemplo de realización de la invención mostrado en la figura 1, la unidad 4 de desorción se calienta mediante un evaporador 14 de colector. El evaporador 14 de colector es un intercambiador de calor, que transfiere el calor desde una fuente de calor de su lado primario al disolvente cargado en su lado secundario. En el lado primario el evaporador 14 de colector está unido con un parque 5 solar. En este caso no se representan otras fuentes de energía regenerativas tales como una instalación geotérmica o una instalación de combustión de biogás y/o biomasa. En este caso no se muestra un calentamiento adicional de la unidad 4 de desorción a través de un evaporador lateral.

El parque 5 solar comprende varios colectores 15 solares, por ejemplo cilíndrico-parabólicos, un acumulador 16 térmico dispuesto en paralelo a los colectores 15 solares y un recipiente 17 a presión. El número de colectores 15 solares dependerá de la radiación solar promedio disponible así como la potencia calorífica requerida de la unidad 4 de desorción. El acumulador 16 térmico sirve para la acumulación temporal de energía calorífica. Si el dispositivo 2 de separación no está en funcionamiento, o lo está sólo parcialmente, se acumula la energía calorífica sobrante mediante el acumulador 16 térmico. Mediante válvulas y controles correspondientes, que en este caso no se representan en más detalle, es posible conducir un medio de intercambio de calor que circula en el parque 5 solar según el caso de funcionamiento o bien sólo a través de los colectores 15 solares y el acumulador 16 térmico, o bien a través de los colectores 15 solares y total o parcialmente a través de la unidad 4 de desorción. Tampoco se representan las bombas necesarias o los dispositivos necesarios para la fuente 5 de energía renovable.

Igualmente pueden incluirse unidades de acumulación en el circuito de medio de lavado para el medio de lavado cargado y el regenerado, para reaccionar de manera más flexible a cambios de carga y para superar estados de funcionamiento en los que no puede proporcionarse suficiente energía calorífica para la desorción. Las unidades de acumulación de este tipo no se representan en la figura 1.

Para el caso de funcionamiento, en el que el dispositivo 2 de separación necesita más energía calorífica, que la que puede proporcionar la fuente 5 de energía renovable, se prevé un intercambiador 18 de calor adicional en forma de evaporador de colector, a través del que puede introducirse vapor de caldeo adicional de la central eléctrica en la unidad 4 de desorción, de modo que la unidad 4 de desorción pueda hacerse funcionar a un punto de calor óptimo. El intercambiador 18 de calor, en la figura 1, está dispuesto aguas abajo del evaporador 14 de colector. Alternativamente también sería concebible una interconexión en paralelo, aunque no se muestra en el presente documento. Mediante el intercambiador 18 de calor también es posible un calentamiento exclusivo de la unidad 4 de desorción mediante el vapor de proceso del procedimiento de central eléctrica en casos particulares. Para el aporte óptimo a la unidad 4 de desorción de energía calorífica o bien de la fuente 5 de energía renovable o bien de la central eléctrica o bien en combinación entre sí, se prevé un dispositivo regulador no representado en el presente documento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Central (1) eléctrica alimentada con combustible fósil con un dispositivo (2) de separación para dióxido de carbono dispuesto aguas abajo de un dispositivo de combustión y a través del que puede fluir un gas de escape que contiene dióxido de carbono, en la que el dispositivo (2) de separación presenta una unidad (3) de absorción y una unidad (4) de desorción, en la que la unidad (4) de desorción está unida con fuente (5) de energía renovable y en la que entre la unidad (4) de desorción y la fuente (5) de energía renovable está conectado un acumulador (16) térmico y en la que en el circuito de medio de lavado del dispositivo (2) de separación para dióxido de carbono están conectados acumuladores de medio de absorción, caracterizada porque
- 10 la unidad (4) de desorción está unida con al menos un intercambiador (18) de calor adicional, que está conectado a la unidad de turbina a vapor de la central (1) eléctrica alimentada con combustible fósil, de modo que en el caso de un aporte de energía calorífica insuficiente por la fuente (5) de energía renovable, a la unidad (4) de desorción puede proporcionarse de manera regulada la energía calorífica de la unidad de turbina a vapor por medio de dispositivos reguladores.
- 15 2. Central (1) eléctrica alimentada con combustible fósil según la reivindicación 1, caracterizada porque la fuente (5) de energía renovable es una instalación de energía solar térmica y comprende un parque (7) solar.
3. Central (1) eléctrica alimentada con combustible fósil según la reivindicación 1, caracterizada porque la fuente (5) de energía renovable es una instalación geotérmica.
4. Central (1) eléctrica alimentada con combustible fósil según la reivindicación 1, caracterizada porque la fuente (5) de energía renovable es una instalación de combustión de biogás y/o biomasa.
- 20 5. Procedimiento para separar dióxido de carbono a partir de un gas de escape de una central eléctrica alimentada con combustible fósil, que consiste en un procedimiento de absorción y un procedimiento de desorción, en el que la energía calorífica necesaria para el procedimiento de desorción se proporciona por medio de energías renovables, en el que la energía calorífica generada de manera renovable se acumula temporalmente antes de proporcionarse en el procedimiento de desorción y en el que se compensa un aporte total o parcialmente insuficiente al procedimiento de desorción de energía calorífica renovable mediante un procedimiento de regulación, ajustándose el aporte insuficiente mediante el vapor del procedimiento de turbina a vapor de la central eléctrica alimentada con combustible fósil.
- 25 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la energía calorífica para el procedimiento de desorción se genera de manera solar térmica.
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la energía calorífica para el procedimiento de desorción se genera de manera geotérmica.
8. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la energía calorífica para el procedimiento de desorción se genera mediante la combustión de biogás y/o biomasa.

