

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 791**

21 Número de solicitud: 201130296

51 Int. Cl.:

B01D 53/62 (2006.01)

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/82 (2006.01)

B01J 20/22 (2006.01)

B01J 20/08 (2006.01)

F28F 1/10 (2006.01)

F28D 7/10 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **04.03.2011**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
01.10.2012

71 Solicitante/s:
ENDESA, S.A.
RIBERA DE LOIRA, 60
28042 MADRID, ES

72 Inventor/es:
PARDOS GOTOR, JOSE MANUEL;
NOTARO, MAURIZIO y
SAVOLDELLI, PAOLO

74 Agente/Representante:
Pons Ariño, Ángel

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE CAPTURA DE CO₂**

57 Resumen:

Procedimiento de captura de CO₂.

La presente invención se refiere a un procedimiento para la captura de CO₂, en un intercambiador tubular con soportes de alúmina impregnada con aminoalcoholes en condiciones de TSA, de PSA y arrastre de vapor combinadas y posterior reacondicionamiento del sorbente.

ES 2 387 791 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de captura de CO₂.

La presente invención se refiere a un procedimiento para la captura de CO₂, en un circuito de tratamiento de gases en reactores de lecho fijo con soportes de alúmina impregnada con aminoalcoholes, en condiciones de TSA, de PSA y arrastre de vapor combinadas.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Actualmente, todas las plantas de captura de CO₂ post-combustión utilizan procedimientos basados en la absorción química con un disolvente acuoso de alcanolamina, monoetanolamina (MEA) y dietanolamina (DEA) son los disolventes más frecuentes. Sin embargo, tienen numerosos inconvenientes para tratar las corrientes gaseosas, entre los que se incluyen la gran cantidad de calor requerido para regenerar el disolvente y los problemas de funcionamiento producidos por la corrosión y la degradación química, que dan como resultado elevados costes de capital y funcionamiento. En total, un 75–80% del coste de captura y secuestro del 90% del CO₂ procedente de una planta de producción de energía eléctrica es atribuible a la etapa de captura y compresión. Resulta por tanto crucial el desarrollo de unos medios de captura del CO₂ a bajo coste para secuestrar emisiones de CO₂ a escala industrial.

Se considera que la absorción química en sorbentes sólidos regenerables es una de las tecnologías más prometedoras para capturar el CO₂ procedente de corrientes gaseosas, debido a que permitiría una reducción del consumo de energía, se podrían disminuir la capacidad calorífica y la temperatura de regeneración del sorbente sólido.

Recientemente, se ha descrito acerca de sorbentes regenerables basados en sustratos para la captura de CO₂ post-combustión en corrientes gaseosas procedentes de plantas de energía eléctrica alimentadas con combustibles fósiles. Se han empleado varios procedimientos diferentes para sintetizar quimiosorbentes sólidos para la captura de CO₂ [WO2009/061470]. También se describe el uso de aminas o poliaminas injertadas sobre un soporte sólido nanodimensionado para mejorar algunas características de los sorbentes gaseosos en la fase sólida. Por ejemplo, un procedimiento para crear quimiosorbentes de CO₂ se basa en la inserción de grupos amina en soportes de sílice mesoporosa nanoestructurada [US 5087597].

Se ha propuesto también una hipótesis adicional, denominada “envoltura molecular” (o en inglés “molecular basket”) en la que se emplean sílices mesoporosas nanoestructuradas, donde se utiliza como material de soporte nanosílice porosa, con un gran volumen de poro con el fin de obtener una elevada capacidad de adsorción mientras que para aumentar la selectividad y afinidad del adsorbente por el CO₂, se introducen en los poros las poliaminas, las cuales presentan una gran afinidad por el CO₂ [US 7795175].

Otros materiales empleados recientemente para atrapar dióxido de carbono son los materiales reticulares metal-orgánico (MOF). Los MOF son estructuras nanocristalinas compuestas por componentes orgánicos e inorgánicos dispuestos en una estructura de red cristalina. Estas estructuras se construyen utilizando un núcleo o eje metálico iónico, al cual se unen ligandos orgánicos. Las longitudes de los ligandos orgánicos definen el volumen de los huecos, el diámetro de los poros de la red cristalina, y la geometría del hueco. La capacidad de adsorción física y la selectividad del MOF dependen de estos parámetros. Los esqueletos organometálicos son más adecuados para la adsorción por oscilación de presión (PSA) con una presión de carga (15/40 bar, 1500/4000 kPa) y desorción a presión atmosférica. Se han preparado también MOF con funcionalidades amina no coordinadas en el interior de los poros en un esfuerzo por mejorar los rendimientos en la aplicación del procedimiento de quimiosorción y la adsorción por oscilación de temperatura (TSA).

Todos los materiales anteriormente mencionados requieren síntesis complejas, y su producción a escala industrial resulta cara. Considerando que la aplicación para la captura de CO₂ en una planta de energía eléctrica necesita grandes cantidades de materiales, serían necesarias metodologías de preparación baratas y simples para preparar sorbentes sólidos.

Independientemente de la tipología de los materiales empleados, un aspecto crítico se refiere a la definición de un procedimiento adecuado para la captura del CO₂ post-combustión mediante sorbentes sólidos en una planta de energía eléctrica. Para una eficaz recuperación del CO₂ ha de emplearse una gran cantidad de sorbente sólido en un procedimiento que proporcione una caída de presión baja y una fácil regeneración del sorbente, debido a una elevada concentración de CO₂ y del caudal de las corrientes gaseosas de la planta de energía eléctrica.

La tipología del procedimiento de captura del CO₂ con sorbente sólido depende del tamaño de partículas del material empleado. En el caso de emplear sorbentes en forma de polvo se genera una caída de presión elevada lo que hace que se necesite un lecho fluidizado, en este caso, el procedimiento empleado normalmente es un equipo lavador de gases, de lecho fluidizado en circulación, con una parte del sorbente transportado por el mismo flujo de gas en un dispositivo separado donde el sorbente se regenera calentándolo y a continuación se enfría y se vuelve a recircular en el absorbedor.

Por otro lado, cuando se usa un sorbente en forma de gránulos se genera una caída de presión menor y en este caso se emplearía un procedimiento de lecho fijo. Sin embargo, con el fin de llevar a cabo la etapa de regeneración, se suele emplear un lecho móvil para el uso de gránulos, donde el sorbente se recircula continuamente entre el absorbedor y el desorbedor para proporcionar un suministro continuo de material regenerado.

- 5 Ambas soluciones de procedimiento, tanto de lecho fluidizado como lecho móvil, tienen inconvenientes respecto a un lecho fijo: el lecho fluidizado y el móvil presentan una menor eficacia de captura que el lecho fijo y producen una pérdida de masa de sorbente por rozamiento y/o abrasión. Además, la difusión hacia el exterior desde la porosidad del sólido del CO₂ liberado, desde el sorbente durante la regeneración podría no producirse espontáneamente únicamente por aumento de la temperatura y habrían de aplicarse también a continuación arrastre de vapor y/o despresurización a vacío. La necesidad de arrastre de gas y/o empleo de vacío hacen más difícil trabajar con procedimientos basados en un lecho fluido o en movimiento.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 15 La presente invención proporciona procedimiento para la captura de CO₂ que comprende un circuito de tratamiento de corrientes gaseosas, empleando para ello reactores de lecho fijo en unas condiciones de TSA (absorción con oscilación de la temperatura), PSA (absorción con oscilación de la presión) y arrastre de vapor combinadas.

Un aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento de captura de CO₂ en un circuito de tratamiento de una corriente gaseosa, en al menos dos reactores de lecho fijo (a partir de ahora procedimiento de la invención), que comprende las etapas:

- 20 a) absorción del CO₂ procedente de la corriente gaseosa, a una temperatura de entre 20 y 60°C (condiciones TSA). Los reactores de lecho fijo poseen un sorbente en el cual se va a absorber el CO₂. Esta etapa de absorción del CO₂ es una quimio-absorción exotérmica, por lo que los reactores pueden enfriarse para conseguir una captura del CO₂ más eficaz y alargar el tiempo de absorción,
- 25 b) desorción del CO₂ a una temperatura de entre 60 y 120°C, una presión de entre 0,08 y 0,8 atm y un caudal de arrastre de vapor de entre 5 y 25% en volumen de la desorbida CO₂ (combinación de condiciones TSA, PSA y arrastre de gas). En esta etapa se produce la regeneración del sorbente cuando se alcanza la capacidad de saturación del CO₂, y
- c) reacondicionamiento del sorbente a una temperatura de entre 20 y 60°C.

- 30 El procedimiento de la invención es un proceso discontinuo basado en un circuito de tratamiento de gases, sin embargo, al estar los reactores de lecho fijo funcionando alternativamente como dispositivo de absorción o de desorción, controlando la relación entre el caudal y las condiciones de cada etapa del procedimiento, se pueden acoplar temporalmente los tiempos de absorción y de desorción de forma que sean similares, obteniéndose un proceso de captura continua de CO₂. Esta optimización de los tiempos reduce el número de reactores necesarios para la captura de CO₂. En una realización preferida en el procedimiento de la invención se pueden igualar los tiempos de desorción a los de absorción gracias a la combinación de TSA, PSA y arrastre de vapor.

- 35 El gas de arrastre puede ser cualquier gas conocido por un experto en la materia aunque preferiblemente se emplea vapor de agua o nitrógeno.

En otra realización el procedimiento de la invención comprende tres reactores de lecho fijo.

Los reactores de lecho fijo presentan la ventaja de que son más eficaces, más fáciles de operar y de optimizar.

- 40 Preferiblemente, el lecho fijo de los reactores comprende un sorbente de alúmina pelletizada impregnada con al menos un aminoalcohol. Más preferiblemente, el aminoalcohol se selecciona de entre dietanolamina (DEA), monoetanolamina (MEA), diglicolamina (DGA), diisopropanolamina (DIPA), metildietanolamina (MDEA), trietanolamina (TEA) o cualquiera de sus combinaciones. Más preferiblemente, el aminoalcohol es dietanolamina. Más preferiblemente el contenido en aminoalcohol es de entre el 30 al 40% en peso respecto al total de sorbente.

- 45 Por "alúmina pelletizada" en la presente invención se entiende aquel sólido de alúmina finamente dividido en polvo, que se ha transformado en unas partículas más grandes y de naturaleza estable a la temperatura, humedad y presión mecánica.

En una realización preferida, el control de temperatura y presión de las etapas (a), (b) y (c) se realiza mediante intercambiadores de calor que contienen tubos dotados de aletas. En una realización más preferida los tubos dotados de aletas son de aluminio con geometría tubular. (Véase figuras 1 y 2).

- 50 En una realización preferida el intercambiador de calor utilizado en el procedimiento de la invención, está caracterizado porque comprende:

- un tubo (1) para la circulación del fluido termal que comprende unas aletas radiales longitudinales (2) y una cavidad interna (4) por donde circula un fluido térmico,

- una pared que envuelve los extremos libres de las aletas radiales, comprendiendo la pared, una pared interna (6), una pared externa (5) y una camisa aislante entre ambas (7)

estando configurado el tubo, las aletas y la pared interna de modo que entre ellos se localiza un sorbente sólido pelletizado (3) por el cual fluye el gas que contiene el CO₂. Más preferiblemente el intercambiador de calor además comprende un termopar (8) para la medida de la temperatura del proceso.

De esta forma el diseño del intercambiador es tal que no se produce contacto directo entre el sorbente y los fluidos térmicos del intercambiador de calor (véase figura 3). Con ello se evita la degradación del sorbente, ya que tiene impregnados aminoalcoholes. Una posibilidad de realización del intercambiador de calor se ilustra a modo de ejemplo y sin carácter limitante de la invención en la figura 3.

Con este sorbente de alúmina impregnada con aminoalcohol se consigue que el procedimiento de la invención presente una elevada selectividad y capacidad de absorción del CO₂.

El fluido térmico que fluye en el interior del tubo dotado con aletas del intercambiador de calor, puede calentar (o enfriar) por conducción el sorbente colocado en las cavidades entre dichas aletas, como se ilustra en las figuras 2 y 3. También el haz de tubos puede tener una corriente de agua de enfriamiento en el modo de absorción, y por vapor de condensación en modo de desorción. También se puede emplear cualquier otro fluido térmico conocido por cualquier experto en la materia.

En una realización preferida la absorción de la etapa (a) se realiza a una temperatura de entre 35 y 45°C.

En otra realización preferida la desorción de la etapa (b) se realiza a una temperatura de entre 80 y 90°C.

Preferiblemente la desorción de la etapa (b) se realiza a una presión de 0,1 atm.

En otra realización preferida la etapa (c) de reacondicionamiento se realiza a una temperatura de entre 35 a 45°C.

En una realización preferida, el procedimiento de la invención posee una capacidad de absorción de CO₂ mayor del 90%.

El procedimiento de la presente invención se puede emplear en la captura de dióxido de carbono procedente de una planta eléctrica de carbón.

Otro aspecto de la invención se refiere al intercambiador de calor para la realización del procedimiento de la invención caracterizado porque comprende:

- un tubo (1) para la circulación del fluido termal que comprende unas aletas radiales longitudinales (2) y una cavidad interna (4) por donde circula un fluido térmico,

- una pared que envuelve los extremos libres de las aletas radiales, comprendiendo la pared, una pared interna (6), una pared externa (5) y una camisa aislante entre ambas (7)

estando configurado el tubo, las aletas y la pared interna de modo que entre ellos se localiza un sorbente sólido pelletizado (3) por el cual fluye el gas que contiene el CO₂

En una realización preferida, el intercambiador de calor además comprende un termopar (8) para la medida de la temperatura del proceso.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Fig. 1. Muestra la vista de la sección transversal (a) y de la superficie externa (b) del tubo dotado con aletas contenido en el intercambiador de calor.

Fig. 2. Muestra la sección horizontal del intercambiador de calor que contiene el tubo dotado con aletas.

Fig. 3. Muestra el esquema de la sección vertical del intercambiador de calor.

Fig. 4. Muestra la curva de absorción del CO₂ en el tiempo, con un sorbente de 630 g de alúmina impregnado con un 36% en peso de alúmina.

EJEMPLOS

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la especificidad y efectividad del procedimiento de la invención para la captura de CO₂.

Con el fin de llevar a cabo ensayos de laboratorio que evalúen la eficacia del procedimiento de captura de CO₂ post-combustión basado en sorbentes sólidos, se ha empleado un prototipo específicamente fabricado que simula un subreactor del equipo industrial. El reactor, que reproduce a escala laboratorio una geometría similar a la propuesta para la aplicación real, permite analizar el mecanismo de intercambio de calor y masa, así como los fenómenos de absorción/desorción en el interior del sorbente sólido.

El dispositivo se diseñó de manera similar a un intercambiador de calor tubular (1000 mm long., D.I 50 mm, constituido por un recipiente cilíndrico encamisado en cuyo interior se halla alojado un tubo dotado con aletas de aluminio extrudido con aletas externas que se extienden radialmente al ancho de toda su longitud con el fin de proporcionar un intercambio de calor más eficaz. En la figura 1a y b, se puede observar respectivamente la sección y la superficie externa del tubo dotado con aletas empleado en la realización del reactor de lecho fijo. La figura 2 muestra con detalle la sección horizontal del intercambiador de calor constituida por un tubo de aluminio (1) dotado longitudinalmente con aletas (2) y recubierto por una pared interna (6) y una pared externa (5), entre las cuales existe una camisa (7). El fluido térmico fluye tanto por la cavidad del tubo aleteado (4) como por la camisa externa del intercambiador de calor (7). El espacio libre existente entre las aletas longitudinales está relleno por el sorbente sólido pelletizado (3) por el cual fluye el gas que contiene el CO₂.

La figura 3 describe la sección transversal vertical del intercambiador donde están presentes los mismos elementos descritos en la figura 2. En la figura 3 se muestran la entrada y la salida de la corriente de gas y del fluido térmico empleado como medio de intercambio de calor. El fluido empleado como medio de intercambio de calor es agua la cual fluye por el interior del tubo dotado con aletas y de la camisa externa, de este modo no está directamente en contacto con el sorbente.

Dependiendo de si el fluido térmico está calentado o enfriando el lecho fijo, el dispositivo será capaz de funcionar alternativa y secuencialmente como absorbedor o desorbedor de CO₂. El fluido térmico que fluye por el interior del tubo dotado con aletas, calienta (o enfría) por conducción el sorbente colocado en las cavidades entre las aletas y delimitadas externamente por la pared de la unidad interna que rodea el tubo dotado con aletas. Además, para garantizar la mejora del intercambio de calor por conducción con el sorbente, el reactor también va provisto de una camisa externa por la que se transporta el caudal del fluido térmico que sale del tubo dotado con aletas, de forma que es un intercambiador de calor.

El control de la temperatura del fluido térmico se lleva a cabo mediante un baño de recirculación refrigerado/calentado para el control de la temperatura externa. La temperatura del lecho del sorbente se mide mediante termopares (8) directamente en contacto con los gránulos de sorbente y colocados en la parte superior, intermedia e inferior del reactor según se observa en la figura 3.

Los reactores de lecho fijo se cargaron con un lecho de sorbente sólido (gránulos de alúmina de forma esférica impregnados con un 36% en peso de dietanolamina) y alimentado con corrientes gaseosas simuladas.

En el experimento de absorción de CO₂, las condiciones del ensayo fueron las siguientes:

- Composición de la entrada de gas (v/v): CO₂=10%; O₂=3% v/v; H₂O= 10% v/v; SO₂=50 ppm; NO=50 ppm; N₂= hasta 100%;
- Cantidad de sorbentes: 630 g;
- Caudal: 300 NI/h;
- Temperatura de absorción: 40 °C

La etapa de desorción se llevó a cabo en las siguientes condiciones:

- Temperatura de desorción: 85 °C
- Presión: 100 mbar (10.000 kPa)
- Caudal del gas de arrastre (N₂): 0,6 NI/h;

Se ha evaluado el rendimiento del procedimiento mediante la medida de la "capacidad de captura del CO₂ neto" y del "tiempo de absorción útil", definidas respectivamente como la cantidad de CO₂ absorbido por gramo de sorbente y el tiempo hasta que la concentración de CO₂ en la salida del reactor permanece menor de 1 % en volumen durante un ciclo de absorción (es decir, hasta que el reactor de lecho fijo permite el 90% de eficacia de captura de CO₂ en comparación con su contenido en la alimentación que es de un 10%).

En la figura 4 se observa la curva correspondiente a la concentración de CO₂ de salida registrada durante un ciclo de absorción.

En las condiciones ensayadas, se han medido una "capacidad de captura de CO₂ neto" de 50 mg CO₂/g de sorbente y un "tiempo de absorción útil" de más de 30 minutos. Se puede obtener una regeneración completa del sorbente en un tiempo igual a 30 minutos funcionando a 85 °C, 10.000 kPa y con 0,6 NI/h de N₂ caudal como gas de arrastre. Además, se repitieron ciclos de adsorción-desorción consecutivos cientos de veces usando el mismo sorbente sin ninguna pérdida en su capacidad de absorción.

Los resultados experimentales demostraron que el procedimiento de la invención basado en el intercambiador de calor de reactor de lecho fijo es adecuado para la aplicación a la captura del CO₂ debido a que permite conseguir rápidamente las temperaturas a las que funciona el sorbente en las etapas de absorción y regeneración, una eficaz captura CO₂ y una completa regenerabilidad del sorbente. Adicionalmente, gracias a la misma duración de tiempo de las etapas de absorción y regeneración, se puede llevar a cabo fácilmente el procedimiento continuo por medio de un número limitado de reactores funcionando alternativamente y por consiguiente como dispositivo de adsorción o desorción.

Evaluación de las ventajas del procedimiento propuesto

Sobre la base de los resultados obtenidos, se han evaluado el gasto de energía del procedimiento de captura de CO₂ post-combustión propuesto que emplea sorbentes sólidos y se ha estimado también el posible ahorro de energía con respecto a la tecnología comercial basada en la disolución acuosa de aminas.

Con este fin, por medio de un programa informático de simulación de una planta de producción de energía eléctrica, se ha evaluado la incidencia de la captura de CO₂ post-combustión sobre la eficacia eléctrica de la planta y sobre la energía neta producida para una planta de energía eléctrica típica de 660 MW_e alimentada con carbón pulverizado. En todas las simulaciones llevadas a cabo se ha tomado como referencia un 90% de captura de CO₂ procedente de la corriente gaseosa.

Las simulaciones de la planta se realizaron en referencia a la planta convencional (sin captura de CO₂), y para las siguientes configuraciones:

- la misma planta de producción de energía eléctrica asociada con una captura convencional de CO₂ mediante MEA en disolución acuosa;
- la misma planta trabajando con un sistema de captura basado en el procedimiento de la invención con sorbente aminado sólido para CO₂.

En la tabla 1 siguiente se resumen los resultados principales.

Tabla 1- Resultados de la modelización:

Caso	Arrastre de vapor	T _{reg.} (°C)	P _{reg.} (kPa)	M _{sorbente} (Kg/kgco ₂)	Q _{reg.} (kJ/kgco ₂)	W _{vacio} (MW)	W _{compres} (MW)	W _{neto} (MW)	η _(LHV) (%)
Sin captura de CO ₂	----	-----	-----	-----	-----	----	-----	657,5	43,0
Captura de CO ₂ con MEA en disolución	----	120	-----	17	3605	----	48,5	475,6	31,1
Captura de CO ₂ con el procedimiento de la invención con sorbente sólido	sí	85	10.000	20	2359	29,2	47,4	532,2	34,8

Según se muestra en la tabla 1, el procedimiento de captura de CO₂ post-combustión propuesto por los inventores que emplea sorbente sólido ahorra más energía que uno que emplea disolución acuosa de monoetanolamina, siendo éste potencialmente capaz de ahorrar un 3,7 puntos porcentuales de eficacia neta de la planta.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de captura de CO₂, en al menos dos reactores de lecho fijo, que comprende las etapas:
 - a) absorción del CO₂, procedente de una corriente gaseosa, a una temperatura de entre 20 y 60°C,
 - b) desorción del CO₂ a una temperatura de entre 60 y 120°C, una presión de entre 0,08 y 0,8 atm y un caudal de arrastre de vapor de entre 5 y 25% en volumen respecto al caudal de CO₂ desorbido.
 - 5 c) reacondicionamiento del sorbente a una temperatura de entre 20 y 60°C.
2. Procedimiento según la reivindicación 1 que comprende tres reactores de lecho fijo.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, donde el lecho fijo de los reactores comprende un sorbente de alúmina pelletizada impregnada con al menos un aminoalcohol.
- 10 4. Procedimiento según la reivindicación 3, donde el aminoalcohol se selecciona de entre dietanolamina, monoetanolamina, diglicolamina, diisopropanolamina, metildietanolamina, trietanolamina o cualquiera de sus combinaciones
5. Procedimiento según la reivindicación 4, donde el aminoalcohol es dietanolamina.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, donde el contenido en aminoalcohol es de entre el 30 al 40% en peso respecto al total de sorbente.
- 15 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el control de temperatura y presión de las etapas (a), (b) y (c) se realiza mediante intercambiadores de calor.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, donde el intercambiador de calor es de aluminio con geometría tubular.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el intercambiador de calor esta caracterizado porque comprende:
 - 20 - un tubo (1) para la circulación del fluido termal que comprende unas aletas radiales longitudinales (2) y una cavidad interna (4) por donde circula un fluido térmico,
 - una pared que envuelve los extremos libres de las aletas radiales, comprendiendo la pared, una pared interna (6), una pared externa (5) y una camisa aislante entre ambas (7)
- 25 estando configurado el tubo, las aletas y la pared interna de modo que entre ellos se localiza un sorbente sólido pelletizado (3) por el cual fluye el gas que contiene el CO₂.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, donde el intercambiador de calor además comprende un termopar (8).
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde la absorción de la etapa (a) se realiza a una temperatura de entre 35 y 45°C.
- 30 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde la desorción de la etapa (b) se realiza a una temperatura de entre 80 y 90°C, una presión de entre 0,1 y 0,3 atm y un caudal de arrastre de vapor de entre 5 y 15% en volumen respecto al caudal de CO₂ desorbido.
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde la etapa (c) de reacondicionamiento se realiza a una temperatura de entre 35 a 45°C.
- 35 14. Intercambiador de calor para la realización del procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones caracterizado porque comprende:
 - un tubo (1) para la circulación del fluido termal que comprende unas aletas radiales longitudinales (2) y una cavidad interna (4) por donde circula un fluido térmico,
 - una pared que envuelve los extremos libres de las aletas radiales, comprendiendo la pared, una pared interna (6), una pared externa (5) y una camisa aislante entre ambas (7)
- 40 estando configurado el tubo, las aletas y la pared interna de modo que entre ellos se localiza un sorbente sólido pelletizado (3) por el cual fluye el gas que contiene el CO₂
15. Intercambiador de calor según la reivindicación 14 que además comprende un termopar (8).

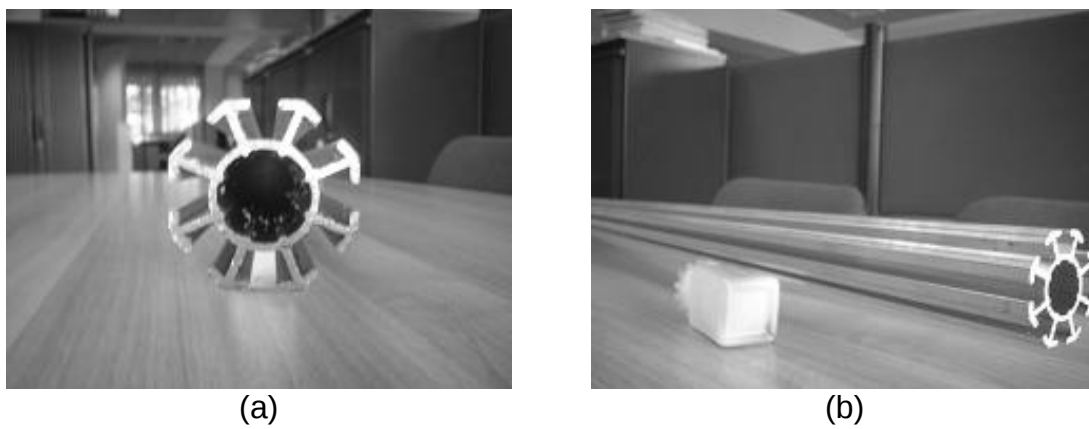


FIG. 1

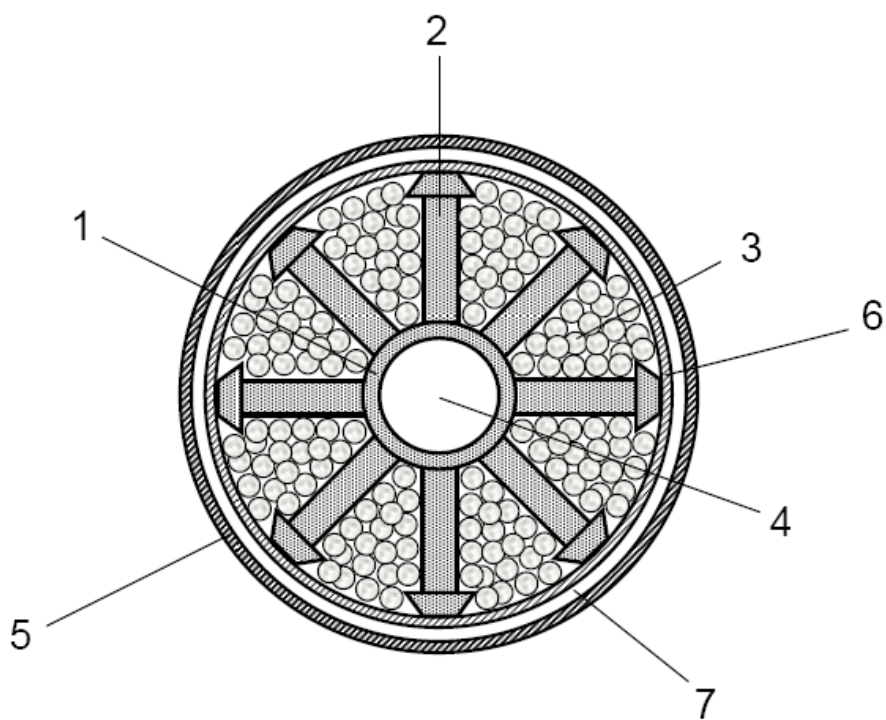


FIG. 2

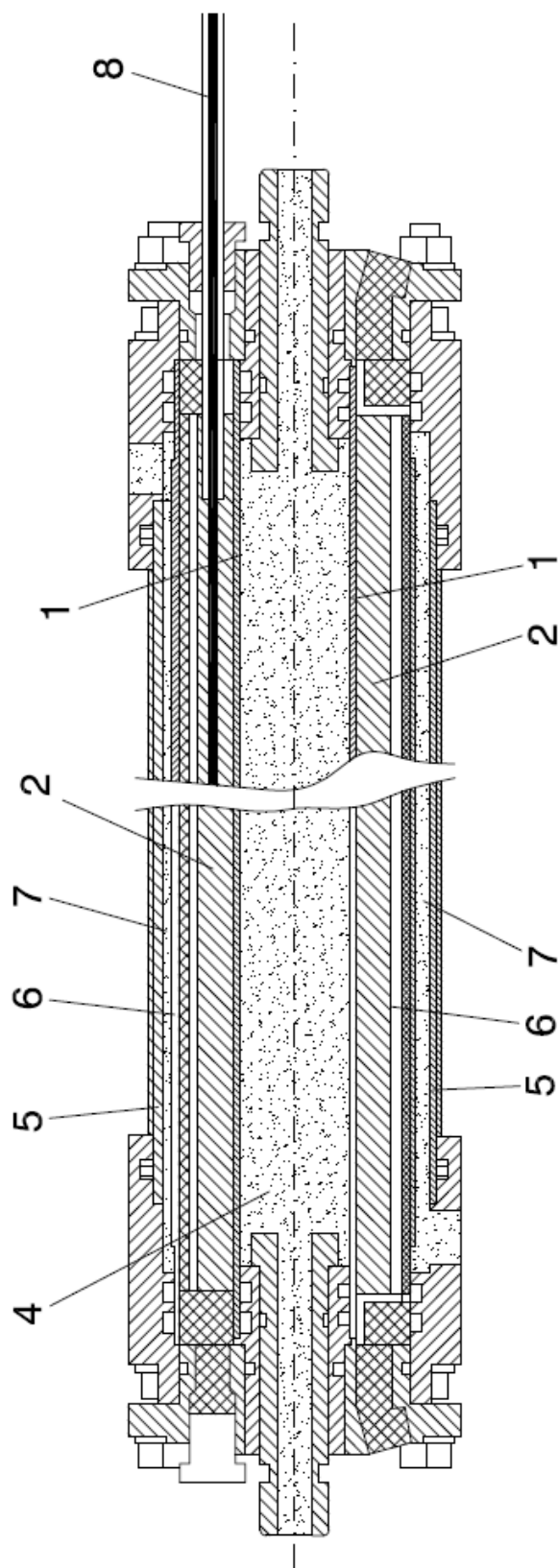


FIG. 3

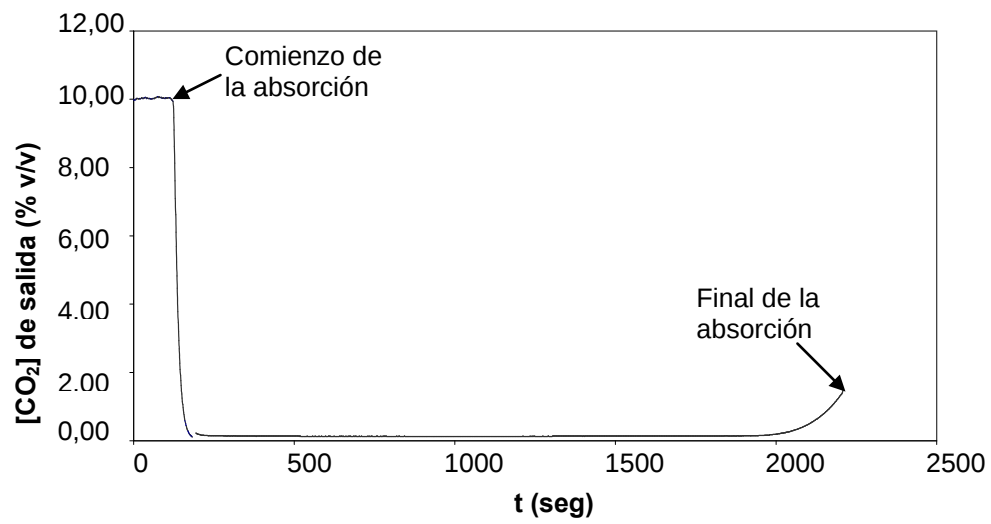


FIG. 4



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201130296

②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.03.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 9817388 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 30.04.1998, pág. 3, líneas 18-19; pág. 4, líneas 3-5, 24-26; pág. 4, líneas 14, 18; pág. 8	1-15
A	US 2009145297 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 11.06.2009, párrafos [0031]-[0044].	1-15
A	WO 2010094923 A2 (ORIGO IND LTD; HOUSTON IAN) 26.08.2010, página 1-8, 11.	1-15
A	WO 2008021700 A1 (UNIV SOUTHERN CALIFORNIA ET AL) 21.02.2008, pág. 5, líneas 10-20; pág. 8, línea 6; pág. 10, línea 23.	1-15
A	EP 1332783 A1 (HAMILTON SUNDSTRAND CORP) 06.08.2003, párrafos [0007]-[0011], [0018]-[0023]	1-15
A	US 7288136 B1 (US OF AMERICA DEPT OF ENERGY) 30.10.2007, columna 3, líneas 30-55; columna 4, líneas 30-31; columna 6, líneas 5-8, 65-55; columna 7, líneas 5-28.	1-15

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
24.05.2012

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B01D53/62 (2006.01)

B01D53/14 (2006.01)

B01D53/82 (2006.01)

B01J20/22 (2006.01)

B01J20/08 (2006.01)

F28F1/10 (2006.01)

F28D7/10 (2006.01)

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

B01D, B01J, F28F, 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, WPI, TXT, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 24.05.2012

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-15
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones 1-15
Reivindicaciones

SI
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	WO 9817388 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP)	30.04.1998
D02	US 2009145297 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD)	11.06.2009
D03	WO 2010094923 A2 (ORIGO IND LTD; HOUSTON IAN)	26.08.2010
D04	WO 2008021700 A1 (UNIV SOUTHERN CALIFORNIA et al)	21.02.2008

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

El objeto de la invención es un procedimiento para la captura de dióxido de carbono mediante la absorción del mismo sobre un lecho fijo y su desorción con arrastre de vapor; así como el intercambiador para llevar este procedimiento a cabo.

El documento D01 divulga un procedimiento de absorción de CO₂ sobre lechos fijos de alúmina impregnada con un 35-75% en peso de DEA. La regeneración del sorbente se lleva a cabo mediante calentamiento (30-50°C), disminución de presión y/o barrido con gas. (Ver pág. 3, líneas 18-19; pág. 4, líneas 3-5, 24-26; pág. 4, líneas 14, 18; pág. 8).

El documento D02 divulga un procedimiento de absorción de dióxido de carbono sobre un lecho fijo de un material poroso impregnado en DEA, realizándose la regeneración del mismo mediante calentamiento a 35-140°C, disminuyendo la presión y/o con barrido con vapor. (Ver párrafos [0031]-[0044]).

El documento D03 divulga un procedimiento de absorción de dióxido de carbono sobre un sustrato poroso impregnado con amina (por ejemplo dietanolamina), llevándose a cabo dicha absorción a 15-70°C. La regeneración del sorbente, o desorción del CO₂, se lleva a cabo a 40-120°C mediante un tratamiento con ácido. (Ver página 1-8, 11).

El documento D04 divulga un procedimiento de absorción de CO₂ a 0-100°C mediante la utilización de una amina (que puede ser DEA) sobre un soporte de un material nanoestructurado. La desorción o regeneración del sorbente puede llevarse a cabo mediante calentamiento a 25-120°C, reducción de la presión, haciendo vacío, purgando con gas o combinando algunas de las dichas técnicas. (Ver pág. 5, líneas 10-20; pág. 8, línea 6; pág. 10, línea 23).

Ninguno de los documentos D01-D04 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela un procedimiento para la captura de dióxido de carbono en las condiciones recogidas en la reivindicación 1 de la solicitud, menos aún estando el sorbente compuesto por un soporte de alúmina peletizada.

Asimismo, ninguno de los documentos D01-D04 citados divulga un cambiador de calor con las características definidas en la reivindicación 14 que permite alcanzar las condiciones de absorción y desorción de CO₂ en el mismo, según el momento del proceso en que se encuentre.

En consecuencia, la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 1-15 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva, según lo establecido en los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes.