

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 920**

51 Int. Cl.:

B01D 53/12 (2006.01)
B01D 53/62 (2006.01)
B01D 53/96 (2006.01)
B04C 7/00 (2006.01)
B01D 53/04 (2006.01)
B01D 53/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2013 PCT/KR2013/000583**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14051221**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2013 E 13841840 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2902088**

54 Título: **Aparato de captura de dióxido de carbono**

30 Prioridad:

26.09.2012 KR 20120107160

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

24.09.2018

73 Titular/es:

**KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
 TECHNOLOGY (100.0%)
 141 Gajeong-ro Yuseong-gu
 Daejeon 305-343, KR**

72 Inventor/es:

**PARK, YONG KI;
 CHOI, WON CHOON;
 KANG, NA YOUNG y
 SEO, HWIMIN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 682 920 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

Aparato de captura de dióxido de carbono

[Campo técnico]

5 La presente invención se refiere a sistemas de captura de dióxido de carbono y, más específicamente, a sistemas de captura de dióxido de carbono que evitan que el dióxido de carbono presente en gases de escape de instalaciones industriales, tales como centrales eléctricas y plantas de laminación de acero, se escape a la atmósfera.

[Técnica anterior]

10 Debido al reciente calentamiento global, los casquetes polares se han estado derritiendo, causando un aumento en el nivel del mar. Los cambios recientes en el clima han causado fenómenos climatológicos inusuales en todo el mundo. El calentamiento global se conoce por atribuirse al aumento en emisiones de gas de efecto invernadero. Se han suscrito acuerdos internacionales para restringir la emisión de dióxido de carbono. Los intentos en suprimir la emisión de dióxido de carbono mediante la introducción de créditos de carbono se han convertido en un problema económico en países individuales en todo el mundo. Los esfuerzos en reducir la emisión de dióxido de carbono se han dirigido hacia el desarrollo de fuentes energéticas alternativas (tales como la energía solar y energía eólica)

15 capaces de reemplazar los combustibles fósiles, así como técnicas para la captura y almacenamiento de dióxido de carbono de combustibles fósiles mientras que se evita que el dióxido de carbono se libere en la atmósfera. Las últimas técnicas se denominan técnicas de captura y almacenamiento de carbono (CCS) y se dividen ampliamente en técnicas para capturar dióxido de carbono de centrales eléctricas y plantas de laminación de acero así como técnicas para almacenar el dióxido de carbono capturado en el suelo u océano.

20 Las técnicas de captura de dióxido de carbono pueden dividirse en captura post-combustión, captura pre-combustión y captura de oxi-combustible según las etapas en las que el dióxido de carbono es capturado. Las técnicas de captura de dióxido de carbono también pueden dividirse en técnicas de separación de membrana, separación de fase líquida y separación de fase sólida según los criterios de la captura de dióxido de carbono. Las técnicas de separación de membrana usan membranas de separación para concentrar dióxido de carbono, las técnicas de separación líquida usan adsorbentes líquidos tales como aminas o amoniaco acuoso y las técnicas de separación de fase sólida usan adsorbentes de fase sólida tales como metales alcalinos o alcalinotérreos.

25

Las técnicas de separación de fase sólida se dirigen en gran medida hacia el desarrollo de adsorbentes de fase sólida. La eficacia de captura de dióxido de carbono se ve afectada en gran medida por el diseño de los procedimientos de adsorción así como el rendimiento de los adsorbentes de fase sólida. Los adsorbentes de fase sólida pueden clasificarse ampliamente en adsorbentes orgánicos, inorgánicos, a base de carbono e híbridos orgánico-inorgánico por el tipo de sus materiales constituyentes. Los adsorbentes de fase sólida también pueden clasificarse en adsorbentes físicos y adsorbentes químicos dependiendo de sus formas adsorbidas por el dióxido de carbono. Ejemplos representativos de tales adsorbentes de fase sólida incluyen: adsorbentes de polímeros de amina tales como adsorbentes orgánicos; adsorbentes a base de zeolita, adsorbentes alcalinos y adsorbentes de metales alcalinotérreos tales como adsorbentes inorgánicos; adsorbentes de carbón activo modificados con metales alcalinos tales como adsorbentes a base de carbono; y adsorbentes de MOF y adsorbentes de sílice poroso injertados con materiales orgánicos que tienen un grupo amina como adsorbentes híbridos orgánico-inorgánico. El dióxido de carbono se adsorbe físicamente en adsorbentes a base de zeolita y a base de carbono. El dióxido de carbono se adsorbe en los otros adsorbentes a través de reacciones químicas (Energy Environ. Sci. 2011, 4, 42. ChemSusChem 2009, 2, 796).

30

35

40

La separación de fase sólida incluye las etapas de adsorber dióxido de carbono en un objeto diana y desorber y separar el dióxido de carbono adsorbido desde el objeto diana. La adsorción y desorción de dióxido de carbono puede producirse de forma reversible y puede inducirse a través de intercambio de calor o un cambio en la presión externa. Tales procedimientos de captura de dióxido de carbono que usan adsorbentes en seco se clasifican en procedimientos de adsorción por cambio de presión (PSA) y procedimientos de adsorción por cambio de temperatura (TSA) por los factores que usan. Los procedimientos de PSA usan una diferencia de presión y los procedimientos de TSA usan una diferencia de temperatura para desorber el dióxido de carbono adsorbido. Generalmente, los procedimientos de adsorción por cambio de presión que usan columnas de adsorción de lecho fijo son ventajosos en la captura de dióxido de carbono a pequeña escala y los procedimientos de adsorción por cambio de temperatura sencillos de aumentar que usan columnas de adsorción y desorción de lecho fluidizado son ventajosos en la captura de una gran cantidad de dióxido de carbono de centrales eléctricas o grandes hornos de combustión.

45

50

La presente invención está destinada a capturar una gran cantidad de dióxido de carbono de un modo continuo usando adsorbentes sólidos y se basa en un procedimiento de adsorción por cambio de temperatura que usa columnas de adsorción de lecho fluidizado y columnas de desorción de lecho fluidizado. Las columnas de adsorción y desorción pueden dividirse en columnas de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de lecho fluidizado diluido según la concentración de adsorbentes en las regiones operativas. Los adsorbentes están presentes en altas concentraciones en las columnas de lecho fluidizado de burbujeo y en bajas concentraciones en las columnas de

55

lecho fluidizado diluido. La aplicación de tales lechos fluidizados de burbujeo y lechos fluidizados diluidos a columnas de adsorción y columnas de desorción proporciona cuatro posibles combinaciones: i) columnas de lecho fluidizado diluido-columnas de lecho fluidizado diluido, ii) columnas de lecho fluidizado diluido-columnas de lecho fluidizado de burbujeo, iii) columnas de lecho fluidizado de burbujeo-columnas de lecho fluidizado diluido y iv) columnas de lecho fluidizado de burbujeo-columnas de lecho fluidizado de burbujeo ("Fluidization Engineering", D. Kunii and O. Levenspiel, Robert E. Krieger, 1977).

Las publicaciones de patente coreana n.º 2005-0003767, 2010-0099929 y 2011-0054948 desvelan procedimientos de lecho fluidizado para la captura de dióxido de carbono que usan adsorbentes sólidos en seco en base al concepto de adsorción por cambio de temperatura que usa columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo. Según tales procesos de separación de fase sólida basados en el concepto de adsorción por cambio de temperatura, sin embargo, se consume una enorme cantidad de energía de al menos 2 GJ/t-CO₂ para desorber dióxido de carbono a partir de adsorbentes. Este consumo de energía es una causa del aumento en los costes de captura, junto con el coste de los adsorbentes. Por lo tanto, es muy importante desarrollar una tecnología mediante la cual el dióxido de carbono pueda desorberse eficazmente de los adsorbentes con menos energía, consiguiendo unos costes de captura reducidos.

El documento US 1 577 534 A se refiere a un procedimiento y aparato para separar o recuperar un gas o vapor de una mezcla de gases o vapor, en el que el procedimiento consiste en inyectar material adsorbente pulverizado, tal como gel de sílice, en una corriente de la mezcla de gas a partir de la cual se desea separar uno o más constituyentes, la corriente de gas llevando junto a ella el material adsorbente pulverizado en suspensión, separando el adsorbente de los gases después de que se haya adsorbido a partir de la misma el constituyente deseado y, a continuación, liberando la sustancia adsorbida del materia adsorbente.

[Divulgación]

[Problema técnico]

Un primer objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de captura de dióxido de carbono multietapa construido para usar adsorbentes de dióxido de carbono que tengan distintas temperaturas de adsorción y desorción de modo que el calor de la adsorción de dióxido de carbono puede usarse para la desorción de dióxido de carbono.

Un segundo objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de captura de dióxido de carbono construido para usar el calor generado a partir de la adsorción de dióxido de carbono para la desorción del dióxido de carbono adsorbido de modo que la cantidad de energía consumida para capturar dióxido de carbono puede reducirse.

Un tercer objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de captura de dióxido de carbono construido para usar adsorbentes que tengan tasas de adsorción y desorción de dióxido de carbono bajas, consiguiendo un intercambio de calor eficaz.

Un cuarto objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de carbono de dióxido de carbono construido para usar adsorbentes que tengan una tasa de adsorción de dióxido de carbono basa y una tasa de desorción de dióxido de carbono alta, consiguiendo un intercambio de calor eficaz.

Un quinto objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de captura de dióxido de carbono construido para usar adsorbentes que tengan una tasa de adsorción alta y una tasa de desorción de dióxido de carbono baja, consiguiendo un intercambio de calor eficaz.

Un sexto objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de captura de dióxido de carbono construido para usar adsorbentes que tengan tasas de adsorción y desorción de dióxido de carbono altas, consiguiendo un intercambio de calor eficaz.

Un séptimo objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de captura de dióxido de carbono que usa adsorbentes de dióxido de carbono que tengan distintas temperaturas de adsorción y desorción de dióxido de carbono para conseguir una eficacia de procedimiento mejorada.

[Solución técnica]

Según la reivindicación 1 de la presente invención, se proporciona un sistema de captura de dióxido de carbono para la separación selectiva de dióxido de carbono de gases de escape, que incluye: una primera sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono que incluye una primera sección de adsorción de dióxido de carbono, una primera sección de desorción de dióxido de carbono conectada a la primera sección de adsorción de dióxido de carbono y un primer adsorbente de dióxido de carbono que circula a través de la primera sección de adsorción de dióxido de carbono y la primera sección de desorción de dióxido de carbono; y una segunda sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono que incluye una segunda sección de adsorción de dióxido de carbono, una segunda sección de desorción de dióxido de carbono conectada a la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono y un segundo adsorbente de dióxido de carbono que circula a través de la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono y la segunda sección de desorción de dióxido de carbono, en la que la primera

- sección de adsorción de dióxido de carbono está conectada a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono de modo que el calor de adsorción generado a partir de la primera sección de adsorción de dióxido de carbono se transfiere a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono para la desorción de dióxido de carbono cuando el primer adsorbente de dióxido de carbono tiene temperaturas de adsorción y desorción superiores que el segundo adsorbente de dióxido de carbono.
- 5
- Según una primera alternativa de la reivindicación 1, una primera sección de adsorción de dióxido de carbono puede conectarse a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono de tal modo que la primera sección de adsorción de dióxido de carbono penetra la segunda sección de desorción de dióxido de carbono o la segunda sección de desorción de dióxido de carbono penetra la primera sección de adsorción de dióxido de carbono.
- 10
- Según a una segunda alternativa de la reivindicación 1, la primera sección de adsorción de dióxido de carbono puede conectarse a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono a través de un medio de transferencia de calor.
- Según otra realización de la presente invención, la primera sección de desorción de dióxido de carbono está diseñada preferentemente de tal modo que la primera sección de desorción de dióxido de carbono está cargada con el 0,1 al 10 % en volumen del primer adsorbente de dióxido de carbono.
- 15
- Según otra realización de la presente invención, la primera sección de desorción de dióxido de carbono está diseñada preferentemente de tal modo que la primera sección de desorción de dióxido de carbono está cargada con el 10 al 80 % en volumen del primer adsorbente de dióxido de carbono.
- Según otra realización de la presente invención, la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono está diseñada preferentemente de tal modo que la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono está cargada con el 0,1 al 10 % en volumen del segundo adsorbente de dióxido de carbono.
- 20
- Según otra realización de la presente invención, la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono está diseñada preferentemente de tal modo que la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono está cargada con el 10 al 80 % en volumen del segundo adsorbente de dióxido de carbono.
- 25
- Según otra realización adicional de la presente invención, se proporciona un sistema de captura de dióxido de carbono para la separación selectiva de dióxido de carbono de gases de escape, que incluye una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono en las que se cargan adsorbentes de dióxido de carbono y el dióxido de carbono se adsorbe y desorbe continuamente mientras que los adsorbentes de dióxido de carbono circulan a través de las regiones de adsorción y desorción de dióxido de carbono, en las que el calor de adsorción generado a partir de la región de adsorción de dióxido de carbono de al menos una de las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono se transfiere a la región de desorción de dióxido de carbono de la sección de adsorción/desorción adyacente y, al menos sorbentes de una sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono tienen distintas temperaturas de adsorción y desorción de dióxido de carbono a partir de los adsorbentes de las otras secciones de adsorción/desorción.
- 30
- Según una realización de la presente invención, el calor de adsorción generado a partir de la región de adsorción de dióxido de carbono de al menos una de las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono puede transferirse a la región de desorción de dióxido de carbono de la sección de adsorción/desorción adyacente de tal modo que la región de adsorción de dióxido de carbono entra en contacto directo con la región de desorción de dióxido de carbono.
- 35
- Según otra realización adicional de la presente invención, el calor de adsorción generado a partir de la región de adsorción de dióxido de carbono de al menos una de las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono puede transferirse a la región de desorción de dióxido de carbono de la sección de adsorción/desorción adyacente a través de un medio de transferencia de calor.
- 40
- Según otra realización de la presente invención, puede proporcionarse un intercambiador de calor entre la región de adsorción de dióxido de carbono y la región de desorción de dióxido de carbono.
- 45
- Según otra realización de la presente invención, la pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono se dividen en una sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono de alta temperatura, una sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono de temperatura intermedia y una sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono de baja temperatura; el calor de adsorción generado a partir de una región de adsorción de dióxido de carbono de la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono de alta temperatura puede transferirse a una región de desorción de dióxido de carbono de la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono de temperatura intermedia; y el calor de adsorción generado a partir de una región de adsorción de dióxido de carbono de la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono de temperatura intermedia puede transferirse a una región de desorción de dióxido de carbono de la región de adsorción/desorción de dióxido de carbono de baja temperatura.
- 50
- Según otra realización adicional de la presente invención, se proporciona un sistema de captura de dióxido de
- 55

5 carbono que incluye una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono, cada una de las cuales incluye: una columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; una columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; una
 10 primera línea de conexión que conecta la parte inferior de la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo a la parte superior de la columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo; una segunda línea de conexión que conecta la parte inferior de la columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo a la parte superior de la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo; y un ciclón dispuesto entre la segunda línea de conexión y la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo, en el que al menos una de la pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono se construye de modo que el calor es intercambiable.

15 Según otra realización adicional de la presente invención, se proporciona un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono, cada una de las cuales incluye: una columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; una columna de desorción de lecho fluidizado diluido en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; y un ciclón dispuesto entre la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y la columna de desorción de lecho fluidizado diluido, en el que al menos una de la pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono se construye de modo que el calor es intercambiable.

20 Según otra realización adicional de la presente invención, se proporciona un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono, cada una de las cuales incluye: una columna de adsorción de lecho fluidizado diluido en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; una columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; y un ciclón dispuesto entre la columna de adsorción de lecho fluidizado diluido y la columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo, en el que al menos una de la pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono se construye de modo que el calor es intercambiable.

30 Según otra realización adicional de la presente invención, se proporciona un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono, cada una de las cuales incluye: una columna de adsorción de lecho fluidizado diluido en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; una columna de desorción de lecho fluidizado diluido en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; dos columnas de almacenamiento que conectan la columna de adsorción de lecho fluidizado diluido a la columna de desorción de lecho fluidizado diluido; un ciclón dispuesto entre la columna de adsorción de lecho fluidizado diluido y una de las columnas de almacenamiento; y un ciclón dispuesto entre la columna de desorción de lecho fluidizado diluido y la otra columna de almacenamiento, en el que al menos una de la pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono se construye de modo que el calor es intercambiable.

40 Según otra realización adicional de la presente invención, se proporciona un procedimiento de captura de dióxido de carbono para la separación selectiva de dióxido de carbono de gases de escape en el que el dióxido de carbono se adsorbe y desorbe en una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono y, al menos una de la pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono usa un adsorbente de dióxido de carbono que tiene distintas temperaturas de adsorción y desorción de dióxido de carbono a partir de un adsorbente de dióxido de carbono usado en la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono adyacente.

Según una realización de la presente invención, la pluralidad de secciones adsorción/desorción de dióxido de carbono puede conectarse entre sí de modo que el calor es intercambiable.

45 Según otra realización adicional de la presente invención, las temperaturas de adsorción y desorción de dióxido de carbono en al menos una de la pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono son distintas de las del dióxido de carbono en la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono adyacente.

[Efectos ventajosos]

50 Los sistemas de captura de dióxido de carbono según las realizaciones de la presente invención tienen los siguientes efectos ventajosos.

1. El sistema de captura de dióxido de carbono según una realización de la presente invención incluye una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono y está construido de modo que una de las secciones de adsorción/desorción genera calor de adsorción y la sección de adsorción/desorción adyacente recibe y usa el calor de adsorción para la desorción de dióxido de carbono. Esta construcción puede ahorrar energía necesaria para al adsorción y desorción de dióxido de carbono.

55 2. El sistema de captura de dióxido de carbono según una realización de la presente invención está construido para usar adsorbentes de dióxido de carbono que tienen distintas temperaturas de adsorción y desorción de dióxido de carbono. Debido a esta construcción, el calor de la adsorción de dióxido de carbono puede usarse

para la desorción de dióxido de carbono, consiguiendo una transferencia de energía eficaz.

3. El sistema de captura de dióxido de carbono según una realización de la presente invención está diseñado para usar de forma selectiva secciones de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido o lecho fluidizado de burbujeo y secciones de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido o lecho fluidizado de burbujeo en una pluralidad de secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono conectadas entre sí. Debido a este diseño, el sistema de captura de dióxido de carbono puede hacer funcionar de manera eficaz dependiendo de las características de los adsorbentes con respecto a las tasas de adsorción y desorción de dióxido de carbono.

4. El sistema de captura de dióxido de carbono según una realización de la presente invención está construido de modo que el calor de adsorción de dióxido de carbono se transfiere directamente. Esta construcción puede evitar la pérdida de calor durante la transferencia del calor de adsorción.

5. El sistema de captura de dióxido de carbono según una realización de la presente invención está construido de modo que el calor de adsorción de dióxido de carbono se transfiere usando un medio de transferencia de calor. Esto simplifica la construcción del sistema y resulta ventajoso cuando se amplía el sistema.

[Descripción de los dibujos]

La FIG. 1 es un diagrama para explicar el concepto de usar calor de adsorción de dióxido de carbono como calor necesario para la desorción de dióxido de carbono en un ciclo de adsorción-desorción de dióxido de carbono que consiste en una región de baja temperatura, una región de temperatura intermedia y una región de alta temperatura según una realización de la presente invención.

La FIG. 2 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo según una realización de la presente invención.

La FIG. 3 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado según una realización de la presente invención.

La FIG. 4 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo según una realización de la presente invención.

La FIG. 5 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado diluido según una realización de la presente invención.

La FIG. 6 es un diagrama para explicar el concepto de transferir calor de adsorción de dióxido de carbono a una región necesaria para la desorción de dióxido de carbono a través de un medio de transferencia de calor según una realización de la presente invención.

La FIG. 7 ilustra un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo según una realización de la presente invención.

La FIG. 8 ilustra un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado según una realización de la presente invención.

La FIG. 9 ilustra un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo según una realización de la presente invención.

La FIG. 10 ilustra un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado diluido según una realización de la presente invención.

La FIG. 11 ilustra un sistema de captura de dióxido de carbono que usa un medio de transferencia de calor según una realización de la presente invención.

[Modo para la invención]

La presente invención se describirá ahora en detalle.

Una realización de la presente invención proporciona un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye: una primera sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono que incluye una primera sección de adsorción de dióxido de carbono, una primera sección de desorción de dióxido de carbono conectada a la primera sección de adsorción de dióxido de carbono y un primer adsorbente de dióxido de carbono que circula a través de la primera sección de adsorción de dióxido de carbono y la primera sección de desorción de dióxido de carbono; y una segunda sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono que incluye una segunda sección de adsorción de dióxido de carbono, una segunda sección de desorción de dióxido de carbono conectada a la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono y un segundo adsorbente de dióxido de carbono que circula a través de la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono y la segunda sección de desorción de dióxido de carbono, en la que la primera sección de adsorción de dióxido de carbono está conectada a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono de modo que el calor de adsorción generado a partir de la primera sección de adsorción de dióxido de carbono se transfiere a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono y el primer adsorbente de dióxido de

carbóno tiene temperaturas de adsorción y desorción distintas al segundo adsorbente de dióxido de carbóno.

La FIG. 1 es un diagrama para explicar el concepto de usar calor de adsorción de dióxido de carbóno como calor necesario para la desorción de dióxido de carbóno en un ciclo de adsorción-desorción de dióxido de carbóno que consiste en una región de baja temperatura, una región de temperatura intermedia y una región de alta temperatura según una realización de la presente invención. En referencia a la figura 1, las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbóno en las que el dióxido de carbóno se adsorbe y desorbe a distintas temperaturas están conectadas en multietapa. Esta conexión permite la transferencia de energía entre las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbóno en las que se adsorbe y desorbe dióxido de carbóno. Es decir, los adsorbentes que tienen temperaturas de adsorción y desorción distintas se cargan en las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbóno de alta temperatura, temperatura intermedia y baja temperatura, se genera calor de adsorción en el transcurso de desorción de dióxido de carbóno adsorbido y se transfiere a la región adyacente para inducir la desorción de dióxido de carbóno o reducir la cantidad de calor necesario para la desorción. Específicamente, el calor de desorción se emite cuando el adsorbente adsorbe dióxido de carbóno en la región de alta temperatura y se usa como energía necesaria para que el adsorbente en la región de temperatura intermedia desorba el dióxido de carbóno y, el calor de adsorción se emite cuando el adsorbente adsorbe dióxido de carbóno en la región de temperatura intermedia y se usa como energía necesaria para que el adsorbente en la región de baja temperatura desorba el dióxido de carbóno. El uso de energía generada durante la adsorción de dióxido de carbóno como energía necesaria para la desorción de dióxido de carbóno puede reducir los costes de energía consumida para desorber el dióxido de carbóno.

Según las realizaciones de la presente invención, los sistemas de captura de dióxido de carbóno pueden diseñarse para que tengan diversas construcciones. Primero, los sistemas de captura de dióxido de carbóno pueden construirse para incluir secciones de adsorción de dióxido de carbóno de lecho fluidizado de burbujeo o de lecho fluidizado diluido y secciones de desorción de lecho fluidizado de burbujeo o de lecho fluidizado diluido. Es decir, las siguientes cuatro posibilidades son posibles: i) secciones de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo-secciones de desorción de lecho fluidizado de burbujeo, ii) secciones de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo-secciones de desorción de lecho fluidizado diluido, iii) secciones de adsorción de lecho fluidizado diluido-secciones de desorción de lecho de burbujeo y iv) secciones de adsorción de lecho fluidizado diluido-secciones de desorción de lecho fluidizado diluido. Cada una de las secciones de adsorción o secciones de desorción de lecho fluidizado de burbujeo está diseñada de modo que está preferentemente carga con un adsorbente a una concentración del 10 al 80 % en volumen, más preferentemente del 30 al 60 % en volumen. Cada una de las secciones de adsorción o secciones de desorción de lecho fluidizado diluido está diseñada de modo que está preferentemente cargada con un adsorbente a una concentración del 0,1 al 10 % en volumen, más preferentemente del 0,5 al 5% en volumen. Se requiere que los sistemas de captura de dióxido de carbóno tengan construcciones especialmente diseñadas para usar el valor de la adsorción de dióxido de carbóno para la desorción de dióxido de carbóno.

Los procedimientos para la transferencia de calor de adsorción de dióxido de carbóno a la sección de desorción de dióxido de carbóno adyacente también pueden modificarse. Uno de los procedimientos modificados es intercambiar calor en un estado en el cual la sección de adsorción de dióxido de carbóno está en contacto directo con la sección de desorción de dióxido de carbóno. Otro procedimiento modificado es intercambiar calor usando un medio de transferencia de calor.

Como se ha descrito anteriormente, las realizaciones de la presente invención se clasifican ampliamente en 8 modos mediante las construcciones y modos de transferencia de calor de las secciones de adsorción de dióxido de carbóno y secciones de desorción, que se resumen en la Tabla 1.

[TABLA 1]

Modo de intercambio de calor	Combinaciones (Sección de desorción)-(Sección de adsorción)			
Modo directo (sin medio de transferencia de calor)	(Lecho fluidizado de burbujeo)-(Lecho fluidizado de burbujeo)	(Lecho fluidizado de burbujeo)-(Lecho fluidizado diluido)	(Lecho fluidizado diluido)-(Lecho fluidizado de burbujeo)	(Lecho fluidizado diluido)-(Lecho fluidizado diluido)
Modo indirecto (usando medio de transferencia de calor)	(Lecho fluidizado de burbujeo)-(Lecho fluidizado de burbujeo)	(Lecho fluidizado de burbujeo)-(Lecho fluidizado diluido)	(Lecho fluidizado diluido)-(Lecho fluidizado de burbujeo)	(Lecho fluidizado diluido)-(Lecho fluidizado diluido)

En lo sucesivo en el presente documento, las principales construcciones y funcionamientos de los sistemas de captura de dióxido de carbóno se describirán con referencia a las FIG. 2 a 6.

La FIG. 2 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbóno que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo según una realización de la presente invención. El sistema de captura de dióxido de carbóno incluye secciones de

adsorción/desorción de dióxido de carbono, que pueden conectarse en tres etapas, es decir, etapas de temperatura baja, intermedia y alta. Un adsorbente en la región de temperatura intermedia genera calor mediante adsorción de dióxido de carbono. Este calor se transfiere a la región de baja temperatura mediante intercambio de calor directo a través de la pared del reactor y se usa como energía necesaria para la desorción de dióxido de carbono en la región de baja temperatura. Un adsorbente en la región de alta temperatura genera calor mediante adsorción de dióxido de carbono. Este calor se transfiere a la región de temperatura intermedia mediante intercambio de calor directo a través de la pared del reactor y se usa como energía necesaria para la desorción de dióxido de carbono en la región de temperatura intermedia. Es decir, el calor de adsorción generado durante la adsorción de dióxido de carbono en la región de alta temperatura se transfiere secuencialmente a la región de temperatura inferior donde el calor de adsorción se usa como energía necesaria para la desorción del dióxido de carbono adsorbido. En referencia a la figura 2, cada una de la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de baja temperatura y la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de alta temperatura del sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo-lecho fluidizado de burbujeo 100 incluye una sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101, una sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 102, ciclones 103 y 104, un intercambiador de calor 105, una primera línea de transferencia 106 y una segunda línea de transferencia 107. La sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de baja temperatura se carga con un adsorbente de dióxido de carbono que tiene temperaturas de adsorción y desorción de dióxido de carbono relativamente bajas y la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de alta temperatura se carga con un adsorbente de dióxido de carbono que tiene temperaturas de adsorción y desorción de dióxido de carbono relativamente altas. Se suministra un gas de escape que contiene dióxido de carbono a la parte inferior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101 y el gas de escape sin dióxido de carbono se libera a través del ciclón 103 dispuesto sobre la parte superior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101. El dióxido de carbono se adsorbe en el adsorbente de dióxido de carbono en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101. Tras la adsorción, el adsorbente de dióxido de carbono se mueve en la dirección de desde la parte inferior en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101 y se suministra a la parte superior de la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 102 a través de la primera línea de transferencia 106. El dióxido de carbono de desorbe en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 102 y se libera a través del ciclón 104. Tras la desorción, el adsorbente se transfiere desde la parte inferior en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 102 a la parte superior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101 a través de la segunda línea de transferencia 107. Según se repite este ciclo, el dióxido de carbono puede capturarse a partir de los gases de escape liberados al exterior. La sección de adsorción de dióxido de carbono de mayor temperatura y la sección de desorción de dióxido de carbono de inferior temperatura están conectadas adyacentes entre sí y se disponen de tal modo que el calor es intercambiable entre ellas. La figura ilustra que la sección de adsorción de dióxido de carbono se dispone para penetrar la sección de desorción de dióxido de carbono. No obstante, también es posible cualquier disposición siempre y cuando se puede intercambiar directamente calor entre la sección de adsorción y la sección de desorción. Por ejemplo, la sección de adsorción puede conectarse a la sección de desorción a través de una pared.

Pueden colocarse medios de refrigeración en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101 y se pueden colocar medios de calentamiento en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 102. El adsorbente de dióxido de carbono que entra en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 101 puede refrigerarse previamente y el adsorbente de dióxido de carbono que entre en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 102 puede calentarse previamente. Para la refrigeración y calentamiento previos, puede usarse un intercambiador de calor 105. Aunque no se ilustra en la figura, puede instalarse al menos un intercambiador de calor adicional en una ubicación necesaria. Aunque no se ilustra en la figura, puede proporcionarse al menos un compresor o soplador para mover el adsorbente de dióxido de carbono, si se necesita.

El sistema de captura de dióxido de carbono que incluye secciones de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y secciones de desorción de lecho fluidizado de burbujeo se construye para mantener de forma suficiente la retención de adsorbentes en las secciones de adsorción y las secciones de desorción durante un tiempo necesario para adsorber y desorber dióxido de carbono. Las líneas de transferencia se usan para la suficiente retención de los adsorbentes. Esta construcción resulta ventajosa cuando los adsorbentes para la captura de dióxido de carbono tienen tasas de adsorción y desorción bajas.

La FIG. 3 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado según una realización de la presente invención. El sistema de captura de dióxido de carbono incluye secciones de adsorción/desorción de carbono, que pueden conectarse en tres etapas, es decir, etapas de temperatura baja, intermedia y alta. Debido a esta conexión, el calor de la adsorción de dióxido de carbono puede transferirse de la región de alta temperatura a la región de temperatura intermedia y desde la región de temperatura intermedia a la región de baja temperatura. En referencia a la figura 3, cada una de la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de baja temperatura y la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de alta temperatura del sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo-lecho fluidizado diluido

200 incluye una sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201, una sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 202, un ciclón 203 y un intercambiador de calor 205. Se suministra un gas de escape que contiene dióxido de carbono a la parte inferior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201 y el gas de escape sin dióxido de carbono se libera desde la parte superior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201. El dióxido de carbono se adsorbe en un adsorbente de dióxido de carbono en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201. Tras la adsorción, el adsorbente de dióxido de carbono se mueve en la dirección de desde la parte inferior en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201 y se suministra a la parte inferior de la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 202. Mientras que el adsorbente de dióxido de carbono que entra en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 202 se mueve desde la parte inferior a la parte superior, el dióxido de carbono se desorbe desde el adsorbente de dióxido de carbono. El dióxido de carbono desorbido se libera a través del ciclón 203 y el adsorbente de dióxido de carbono se suministra de nuevo a la parte superior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201. La sección de adsorción de dióxido de carbono y la sección de desorción de dióxido de carbono están conectadas adyacentes entre sí y se disponen de tal modo que el calor es intercambiable entre ellas. La sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado 202 se dispone para que penetre la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201 y el calor se intercambia a través de la pared. En esta realización, también es posible cualquier disposición siempre y cuando se puede intercambiar directamente calor entre la sección de adsorción y la sección de desorción. Por ejemplo, la sección de adsorción puede conectarse a la sección de desorción a través de una pared. Pueden colocarse medios de refrigeración en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 201 y se pueden colocar medios de calentamiento en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 202. Pueden proporcionarse adicionalmente medios de calentamiento o refrigeración previos para calentar o refrigerar previamente el adsorbente de dióxido de carbono. Puede proporcionarse adicionalmente al menos un compresor o soplador para mover el adsorbente de dióxido de carbono.

El sistema de captura de dióxido de carbono que incluye secciones de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y secciones de desorción de lecho fluidizado diluido se construye para mantener de forma suficiente la retención de adsorbentes en las secciones de adsorción durante un tiempo necesario para adsorber dióxido de carbono. El tiempo de retención de los adsorbentes en las secciones de desorción de dióxido de carbono puede determinarse dependiendo de las condiciones de funcionamiento del sistema. Esta construcción es ventajosa cuando los adsorbentes tienen una tasa de adsorción de dióxido de carbono baja y una tasa de desorción de dióxido de carbono alta.

La FIG. 4 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo según una realización de la presente invención. El sistema de captura de dióxido de carbono incluye secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono, que pueden conectarse en tres etapas, es decir, etapas de temperatura baja, intermedia y alta. Debido a esta conexión, el calor de la adsorción de dióxido de carbono puede transferirse de la región de alta temperatura a la región de temperatura intermedia y desde la región de temperatura intermedia a la región de baja temperatura. En referencia a la figura 4, cada una de la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de baja temperatura y la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de alta temperatura del sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido-lecho fluidizado de burbujeo 300 incluye una sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 301, una sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 302, un ciclón 303 y un intercambiador de calor 305. Se suministra un gas de escape que contiene dióxido de carbono a la parte inferior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 301 y el gas de escape sin dióxido de carbono se libera a través del ciclón 303 dispuesto sobre la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 301. El dióxido de carbono se adsorbe en un adsorbente de dióxido de carbono en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 301. Tras la adsorción, el adsorbente de dióxido de carbono se mueve en la dirección de desde la parte inferior a la parte superior en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 301 y se suministra a la parte superior de la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 302. Mientras que el adsorbente de dióxido de carbono que entra en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 302 se mueve en la dirección de desde la parte superior a la parte inferior, el dióxido de carbono se desorbe desde el adsorbente de dióxido de carbono. La sección de adsorción de dióxido de carbono y la sección de desorción de dióxido de carbono están conectadas adyacentes entre sí y se disponen de tal modo que el calor es intercambiable entre ellas. La sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho diluido 301 se dispone para que penetre la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 302 y el calor se intercambia a través de la pared. En esta realización, también es posible cualquier disposición siempre y cuando se puede intercambiar directamente calor entre la sección de adsorción y la sección de desorción. Por ejemplo, la sección de adsorción puede conectarse a la sección de desorción a través de una pared. Pueden colocarse medios de refrigeración en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 301 y se pueden colocar medios de calentamiento en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 302. Pueden proporcionarse adicionalmente medios de calentamiento o refrigeración previos para calentar o refrigerar previamente el adsorbente de dióxido de carbono. Puede proporcionarse adicionalmente al menos un compresor o soplador para mover el adsorbente de dióxido de carbono.

El tiempo de retención de los adsorbentes en las secciones de desorción de dióxido de carbono del sistema de captura de dióxido de carbono puede determinarse dependiendo de las condiciones de funcionamiento del sistema. Esta construcción es ventajosa cuando los adsorbentes tienen una tasa de adsorción de dióxido de carbono alta y una tasa de desorción de dióxido de carbono baja.

5 La FIG. 5 ilustra las partes principales de un sistema de captura de dióxido de carbono que incluye columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado diluido según una realización de la presente invención. El sistema de captura de dióxido de carbono incluye secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono, que pueden conectarse en tres etapas, es decir, etapas de temperatura baja, intermedia y alta. Debido a esta conexión, el calor de la adsorción de dióxido de carbono puede transferirse de la región de alta temperatura a la región de temperatura intermedia y desde la región de temperatura intermedia a la región de baja temperatura. En referencia a la figura 5, cada una de la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de baja temperatura y la sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono en la región de ciclo de alta temperatura del sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido-lecho fluidizado diluido 10 400 incluye una sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401, una sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 402, ciclones 403 y 404, un intercambiador de calor 405 y columnas de almacenamiento 406 y 407. Se suministra un gas de escape que contiene dióxido de carbono a la parte inferior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401 y el gas de escape sin dióxido de carbono se libera a través del ciclón 403 dispuesto sobre la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401. El dióxido de carbono se adsorbe en un adsorbente de dióxido de carbono en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401. Tras la adsorción, el adsorbente de dióxido de carbono se mueve en la dirección de desde la parte inferior a la parte superior en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401 y se suministra posteriormente a la parte superior de la columna de almacenamiento 406 y a la parte inferior de la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 402. Mientras que el adsorbente de dióxido de carbono que entra en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 402 se mueve en la dirección de desde la parte inferior a la parte superior, el dióxido de carbono de desorbe desde el adsorbente de dióxido de carbono y se libera a través del ciclón 404. Por lo tanto, el adsorbente de dióxido de carbono se suministra a la parte inferior de la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401 a través de la columna de almacenamiento 407. Puesto que los adsorbentes de dióxido de carbono se mueven en la dirección de desde la parte superior en tanto la sección de adsorción como la sección de desorción, se requieren espacios para acomodar los adsorbentes separados de los ciclones. Las columnas de almacenamiento 406 y 407 funcionan como medios para acomodar los adsorbentes. La sección de adsorción de dióxido de carbono y la sección de desorción de dióxido de carbono están conectadas adyacentes entre sí y se disponen de tal modo que el calor es intercambiable entre ellas. La sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401 se dispone para que penetre la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 402 y el calor se intercambia a través de la pared. En esta realización, también es posible cualquier disposición siempre y cuando se puede intercambiar directamente calor entre la sección de adsorción y la sección de desorción. Por ejemplo, la sección de adsorción puede conectarse a la sección de desorción a través de una pared. Pueden colocarse medios de refrigeración en la sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 401 y se pueden colocar medios de calentamiento en la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 402. Pueden proporcionarse adicionalmente medios de calentamiento o refrigeración previos para calentar o refrigerar previamente el adsorbente de dióxido de carbono. Puede proporcionarse adicionalmente al menos un compresor o soplador para mover el adsorbente de dióxido de carbono.

El tiempo de retención de los adsorbentes en las secciones de adsorción y secciones desorción de dióxido de carbono del sistema de captura de dióxido de carbono puede determinarse dependiendo de las condiciones de funcionamiento del sistema. Esta construcción resulta ventajosa cuando los adsorbentes tienen tasas de adsorción y desorción altas.

La FIG. 6 es un diagrama para explicar el concepto de transferir calor de adsorción de dióxido de carbono a una región necesaria para la desorción de dióxido de carbono a través de un medio de transferencia de calor según una realización de la presente invención. En referencia a la figura 6, el sistema de captura de dióxido de carbono 500 incluye secciones de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido 501, secciones de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 502 y un medio de transferencia de calor 503. El medio de transferencia de calor 503 conecta la sección de adsorción de dióxido de carbono 501 a la sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo 502 y funciona como medio para transferir calor de adsorción de dióxido de carbono a la sección de desorción. La transferencia de calor a través del medio de transferencia de calor permite el libre diseño de las partes del sistema, siendo, de este modo, ventajoso en la simplificación o aumento de la construcción del sistema. Un medio de transferencia de calor está compuesto de un material que tiene una conductividad térmica alta. El sistema puede incluir medios de aislamiento de calor que rodean la superficie externa del mismo. Los medios de aislamiento de calor pueden ser, por ejemplo, una camisa de agua de aislamiento o una camisa de aceite de silicona. El sistema de captura de dióxido de carbono de la FIG. 6 que incluye las secciones de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido y las secciones de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de carbono se ilustran para facilitar su explicación. El medio de transferencia de calor también puede aplicarse a otros sistemas de captura de dióxido de carbono.

Se proporcionará una descripción detallada con respecto a las construcciones y funcionamientos de los sistemas de

captura de dióxido de carbono en referencia a las FIG. 7 a 11. Estas figuras explican las realizaciones de la presente invención y algunas de las partes pueden omitirse o modificarse dependiendo de las características de los adsorbentes de dióxido de carbono y las condiciones de funcionamiento de los sistemas.

5 Las FIG. 7 a 10 ilustran los sistemas de captura de dióxido de carbono según las realizaciones de la presente invención. Las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono de los sistemas de captura de dióxido de carbono tienen una combinación de columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo, una combinación de columnas de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo y columnas de desorción de lecho fluidizado diluido, una combinación de columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado de burbujeo o una combinación de columnas de adsorción de lecho fluidizado diluido y columnas de desorción de lecho fluidizado diluido en un modo de intercambio de calor directo. Los sistemas de captura de dióxido de carbono de las FIG. 7 a 10 son distintos entre sí en la construcción y conexión de las columnas de adsorción de dióxido de carbono y las columnas de desorción de dióxido de carbono. Las diferencias se han descrito en las FIG. 2 a 5 y se omite una explicación repetida de las mismas. En lo sucesivo en el presente documento, se proporcionará una explicación con respecto a las constituciones necesarias para comprender la alimentación de gases de escape, la liberación de dióxido de carbono y el movimiento de adsorbentes de dióxido de carbono. En referencia a las FIG. 7 a 10, cada uno de los sistemas de captura de dióxido de carbono incluye secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono, ciclones, líneas de transferencia de adsorbente, intercambiadores de calor, circuladores de fluido, calentadores y válvulas reguladoras de flujo. Un gas de escape que contiene dióxido de carbono se suministra a través de un compresor o ventilador como el circulador de fluido C1 y se suministra y distribuye en las columnas de adsorción en las regiones de temperatura respectiva por medio de las válvulas reguladoras de flujo V1, V2 y V3. Los gases de escape en las regiones de temperatura respectivas se calientan a temperaturas óptimas para la adsorción de dióxido de carbono y se introducen en las columnas de adsorción a través de los intercambiadores de calor HX3 y HX6. Puesto que los adsorbentes en las regiones de temperatura baja, intermedia y alta tiene temperaturas de desorción superior que las temperaturas de adsorción de dióxido de carbono, las diferencias de temperatura pueden causar el problema de baja eficacia de calentamiento durante ciclos de adsorción-desorción repetidos. Este problema se soluciona calentando los adsorbentes después de la adsorción de dióxido de carbono antes de que se alimenten los adsorbente en las columnas de desorción y refrigerando los adsorbentes después de la desorción de dióxido de carbono antes de que se alimenten los adsorbentes en las columnas de adsorción. Para calentar y refrigerar previamente, los intercambiadores de calor HX1, HX2, HX4, HX5, HX7 y HX8 se proporcionan entre las columnas de adsorción y las columnas de desorción de modo que el calor se intercambia en cada etapa. Los circuladores de fluido C2, C5 y C8 se colocan para un intercambio de calor suave durante la circulación del medio de transferencia de calor a través de los intercambiadores de calor. Es decir, los adsorbentes después de la adsorción se calientan antes de alimentarse en las columnas de desorción y los adsorbentes después de la desorción se refrigeran antes de alimentarse en las columnas de adsorción. El calentamiento y enfriamiento previos minimizan la cantidad de calor necesario para la adsorción y desorción. Para la transferencia de los adsorbentes, los adsorbentes que se han pasado a través de los números de corriente S4, S17 y S29 se alimentan en los ciclones CY1, CY3 y CY5 a través de las líneas de transferencia (S4→CY1, S17→CY3 y S29→CY5). Las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono SC3, SC5 y SC6 se instalan en las regiones de temperatura baja, intermedia y alta, respectivamente, para el intercambio de calor directo a través de las superficies de pared de los reactores. Los ciclones CY1, CY2, CY3, CY4, CY5 y CY6 se disponen para separar los adsorbentes de gases liberados de las secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono. El calentador FH1 se coloca para recibir energía necesaria para la desorción del adsorbente en la región de alta temperatura desde el exterior. Los intercambiadores de calor HX9 y HX10 se colocan para intercambiar calor entre dióxido de carbono concentrado que escapa de las columnas de desorción y un gas de escape desde un horno de calentamiento. Este intercambio de calor minimiza el suministro de energía.

La FIG. 11 ilustra un sistema de captura de dióxido de carbono que usa un medio de transferencia de calor según una realización de la presente invención. En referencia a la figura 11, la mayoría de las partes del sistema son las mismas que las explicadas en las FIG. 7 a 10. El sistema de las FIG. 11 se distingue de los sistemas de las FIG. 7 a 10 en la constitución asociada con el uso del medio de transferencia de calor. Específicamente, el sistema de la FIG. 11 incluye adicionalmente intercambiadores de calor y circuladores de fluido C4 y C7 para intercambiar calor de adsorción de dióxido de carbón y calor de desorción de dióxido de carbono a través del medio de transferencia de calor. El ámbito de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

[Explicación de los números de referencia]

- 100: Sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo-lecho fluidizado de burbujeo
- 101: Sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo
- 102: Sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo
- 103, 104: Ciclones
- 105: Intercambiador de calor
- 106: Prima línea de transferencia
- 107: Segunda línea de transferencia
- 200: Sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo-lecho fluidizado diluido

ES 2 682 920 T3

201: Sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo
202: Sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido
203: Ciclón
205: Intercambiador de calor
300: Sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido-lecho fluidizado de burbujeo
301: Sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido
302: Sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo
303: Ciclón
305: Intercambiador de calor
400: Sistema de captura de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido-lecho fluidizado diluido
401: Sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido
402: Sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido
403, 404: Ciclones
405: Intercambiador de calor
406, 407: Columnas de almacenamiento
500: Sistema de captura de dióxido de carbono que usa medio de transferencia de calor
501: Sección de adsorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado diluido
502: Sección de desorción de dióxido de carbono de lecho fluidizado de burbujeo
503: Medio de transferencia de calor
C1-C10: Circuladores de fluido
CY1-CY6: Ciclones
FH1: Calentador
HX1-HX10: Intercambiadores de calor
SC1-SC6: Secciones de adsorción/desorción de dióxido de carbono
S1-546: Números de corriente
V1-V3: Válvulas reguladores de flujo

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de captura de dióxido de carbono (100, 200, 300, 400, 500) para la separación selectiva de dióxido de carbono a partir de gases de escape, que comprende:

5 una primera sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono que comprende una primera sección de adsorción de dióxido de carbono (101, 201, 301, 401, 501), una primera sección de desorción de dióxido de carbono (102, 202, 302, 402, 502) conectada a la primera sección de adsorción de dióxido de carbono y un primer adsorbente de dióxido de carbono que circula a través de la primera sección de adsorción de dióxido de carbono y la primera sección de desorción de dióxido de carbono; y

10 una segunda sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono que comprende una segunda sección de adsorción de dióxido de carbono (101, 201, 301, 401, 501), una segunda sección de desorción de dióxido de carbono (102, 202, 302, 402, 502) conectada a la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono y un segundo adsorbente de dióxido de carbono que circula a través de la segunda sección de adsorción de dióxido de carbono y la segunda sección de desorción de dióxido de carbono, en la que la primera sección de adsorción de dióxido de carbono (101, 201, 301, 401, 501) está conectada a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono (102, 202, 302, 402, 502) de modo que el calor de adsorción generado a partir de la primera sección de adsorción de dióxido de carbono se transfiere a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono para la desorción de dióxido de carbono cuando el primer adsorbente de dióxido de carbono tiene temperaturas de adsorción y desorción superiores que el segundo adsorbente de dióxido de carbono,

20 en la que la primera sección de adsorción de dióxido de carbono (101, 201, 301, 401) está conectada a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono (102, 202, 302, 402) de tal modo que la primera sección de adsorción de dióxido de carbono (101, 201, 301, 401) penetra la segunda sección de desorción de dióxido de carbono (102, 202, 302, 402) o la segunda sección de desorción de dióxido de carbono (102, 202, 302, 402) penetra la primera sección de adsorción de dióxido de carbono (101, 201, 301, 401) o

25 en la que la primera sección de adsorción de dióxido de carbono (501) está conectada a la segunda sección de desorción de dióxido de carbono (502) a través de un medio de transferencia de calor (503).

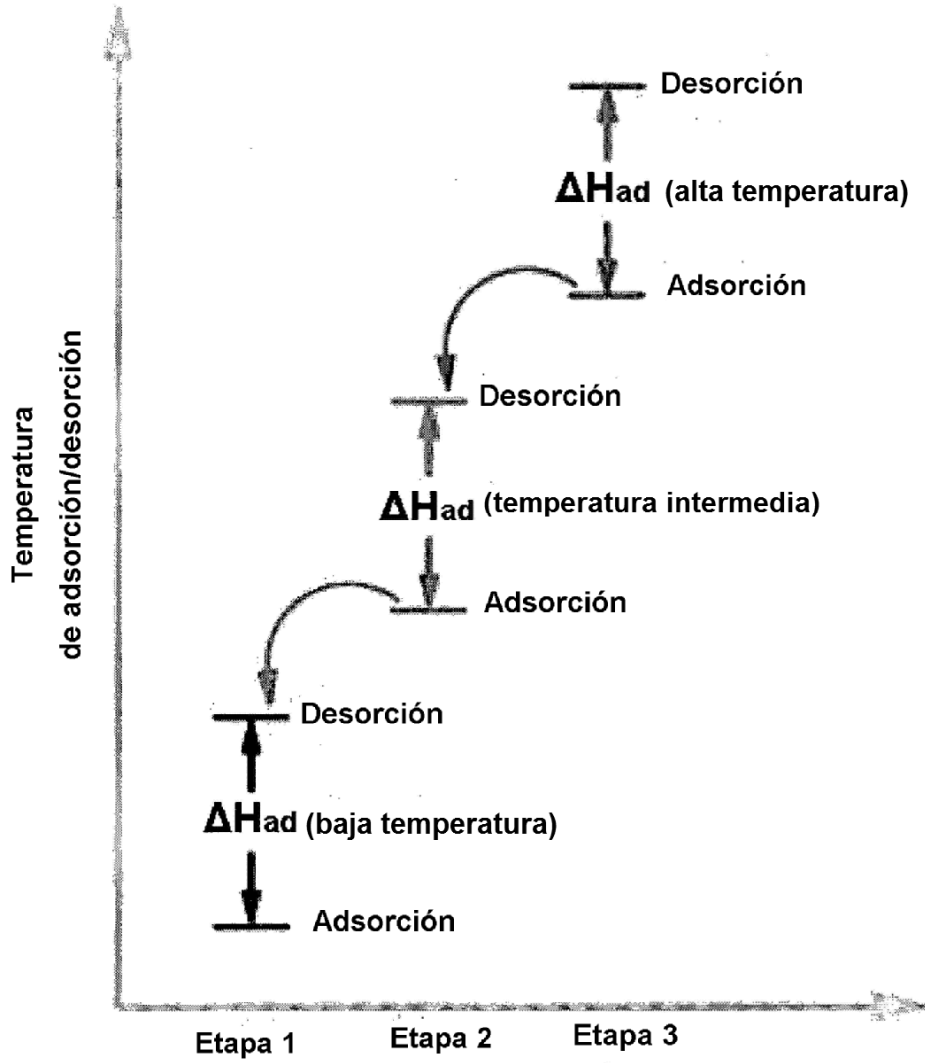
2. El sistema de captura de dióxido de carbono (100) según la reivindicación 1, en el que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono comprende una columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo (101) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; una columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo (102) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; una primera línea de conexión (106) que conecta la parte inferior de la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo (101) a la parte superior de la columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo (102); una segunda línea de conexión (107) que conecta la parte inferior de la columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo (102) a la parte superior de la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo (101); y un ciclón (103) dispuesto entre la segunda línea de conexión (107) y la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo (101), en la que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono está construida de tal modo que el calor es intercambiable.

3. El sistema de captura de dióxido de carbono (200) según la reivindicación 1, en el que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono comprende una columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo (201) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; una columna de desorción de lecho fluidizado diluido (202) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; y un ciclón (203) dispuesto entre la columna de adsorción de lecho fluidizado de burbujeo (201) y la columna de desorción de lecho fluidizado diluido (202) en la que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono está construida de tal modo que el calor es intercambiable.

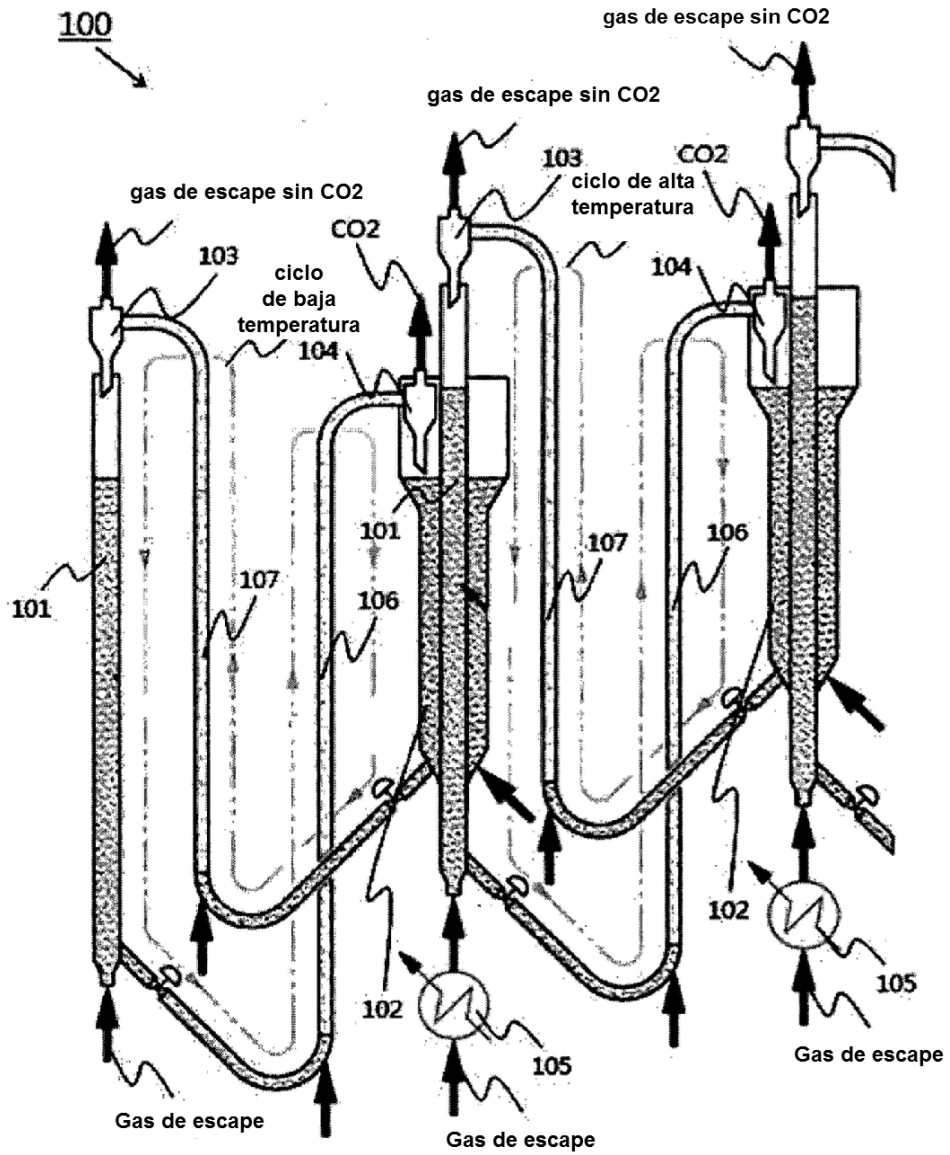
4. El sistema de captura de dióxido de carbono (300) según la reivindicación 1, en el que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono comprende una columna de adsorción de lecho fluidizado diluido (301) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; una columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo (302) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte superior a la parte inferior; y un ciclón (303) dispuesto entre la columna de adsorción de lecho fluidizado diluido (301) y la columna de desorción de lecho fluidizado de burbujeo (302) en la que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono está construida de tal modo que el calor es intercambiable.

5. El sistema de captura de dióxido de carbono (400) según la reivindicación 1, en el que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono comprende una columna de adsorción de lecho fluidizado diluido (401) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; una columna de desorción de lecho fluidizado diluido (402) en la cual se mueve un adsorbente de dióxido de carbono desde la parte inferior a la parte superior; dos columnas de almacenamiento (406, 407) que conectan la columna de adsorción de lecho fluidizado diluido (401) a la columna de desorción de lecho fluidizado diluido (402); un ciclón (403) dispuesto entre la columna de adsorción de lecho fluidizado diluido (401) y una de las columnas de almacenamiento (406); y un ciclón (404) dispuesto entre la columna de desorción de lecho fluidizado diluido (402) y la otra columna de almacenamiento (407) en la que cada sección de adsorción/desorción de dióxido de carbono está construida de tal modo que el calor es intercambiable.

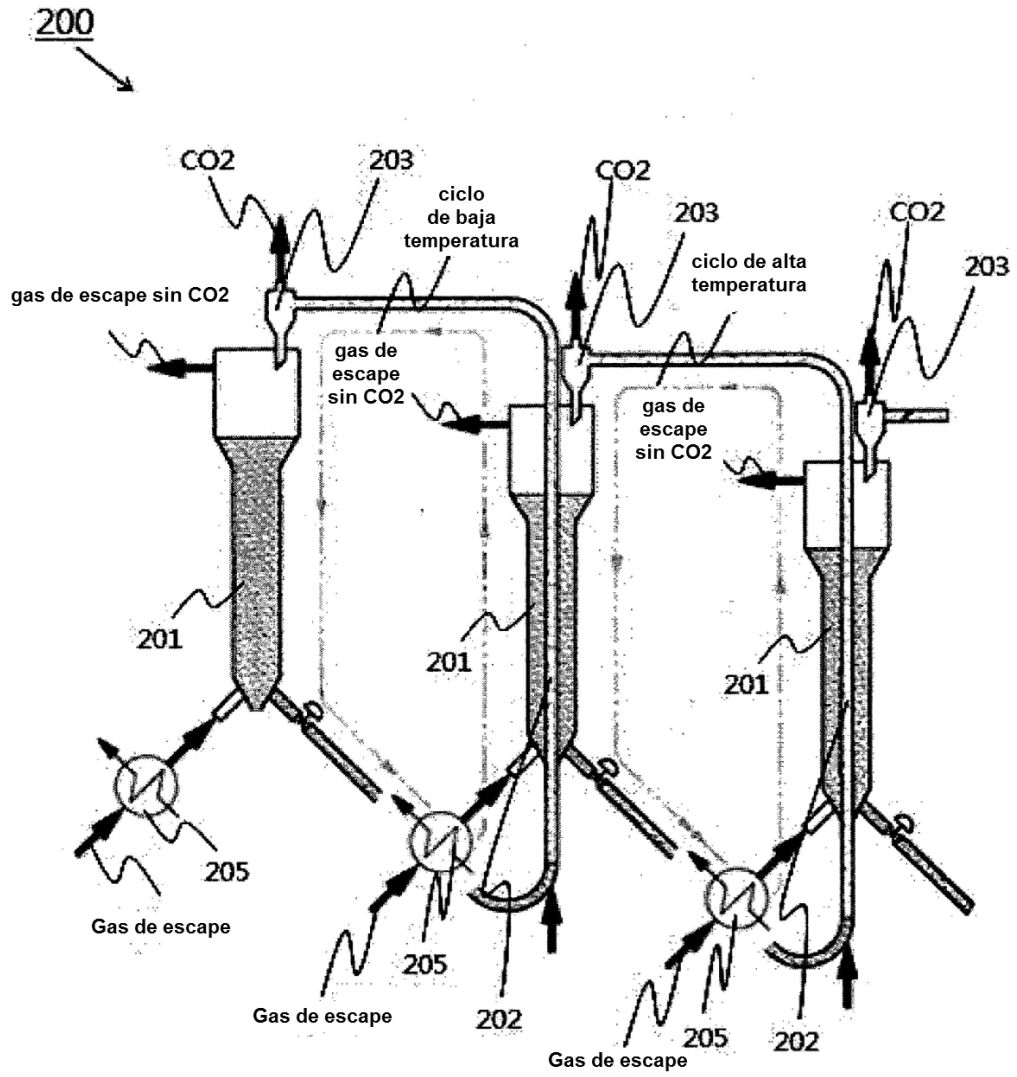
【 Figura 1 】



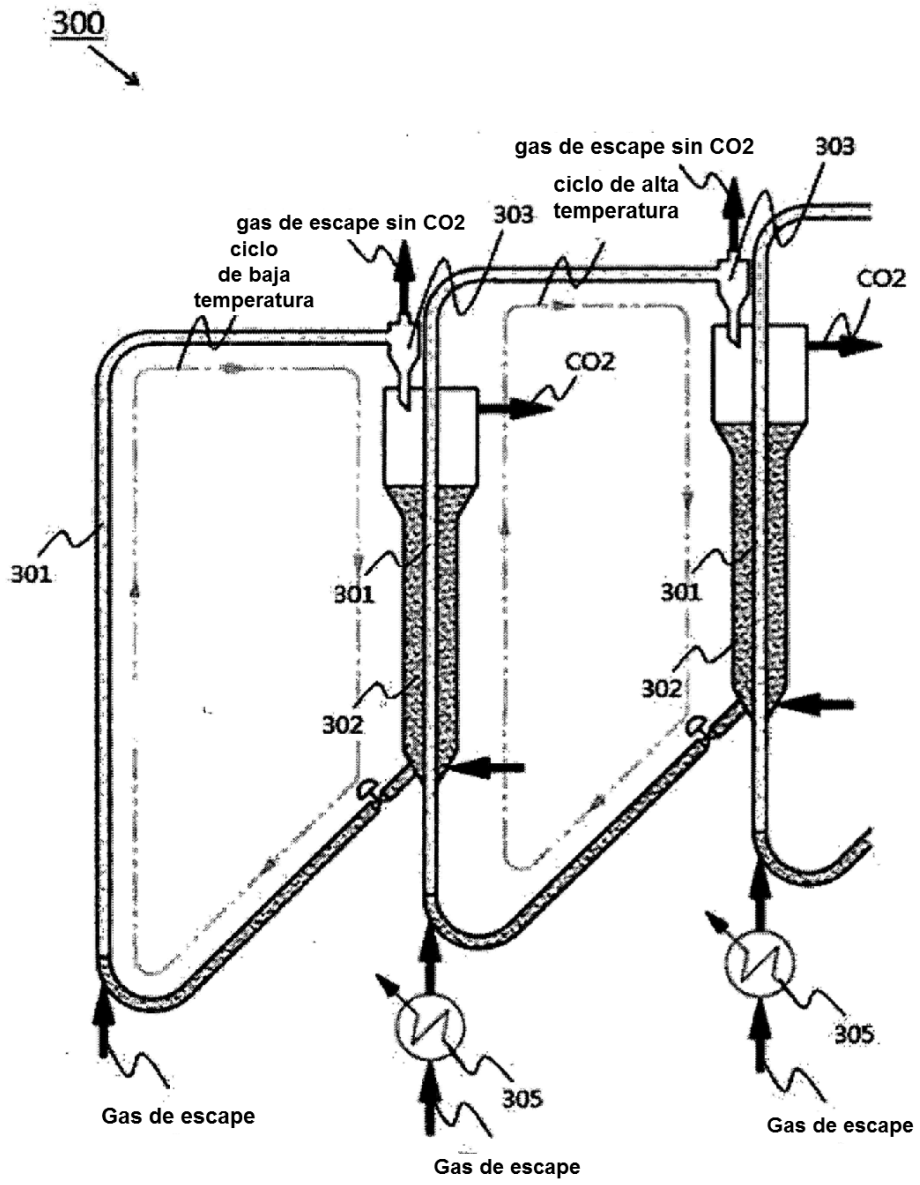
【 Figura 2 】



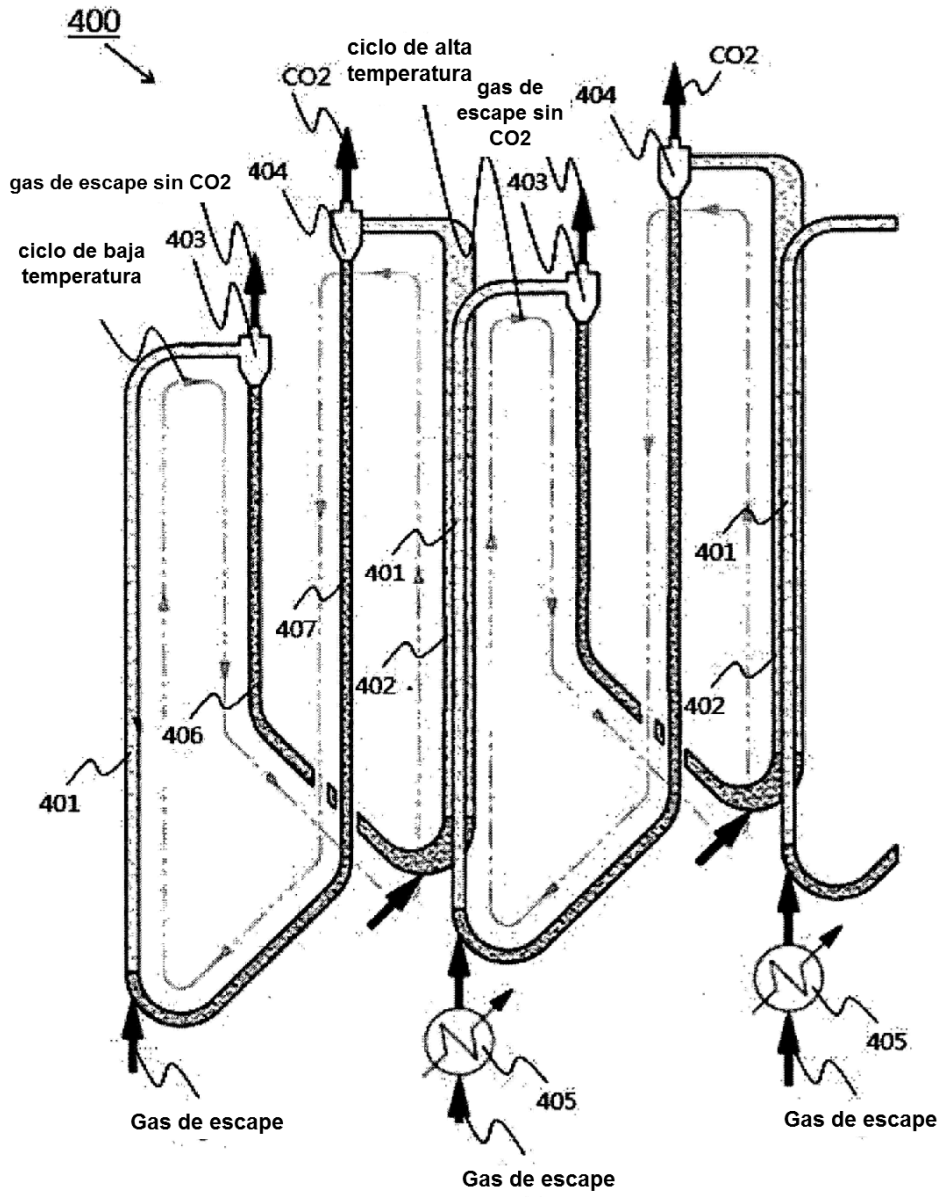
【 Figura 3 】



【 Figura 4 】



【 Figura 5 】



【 Figura 6 】

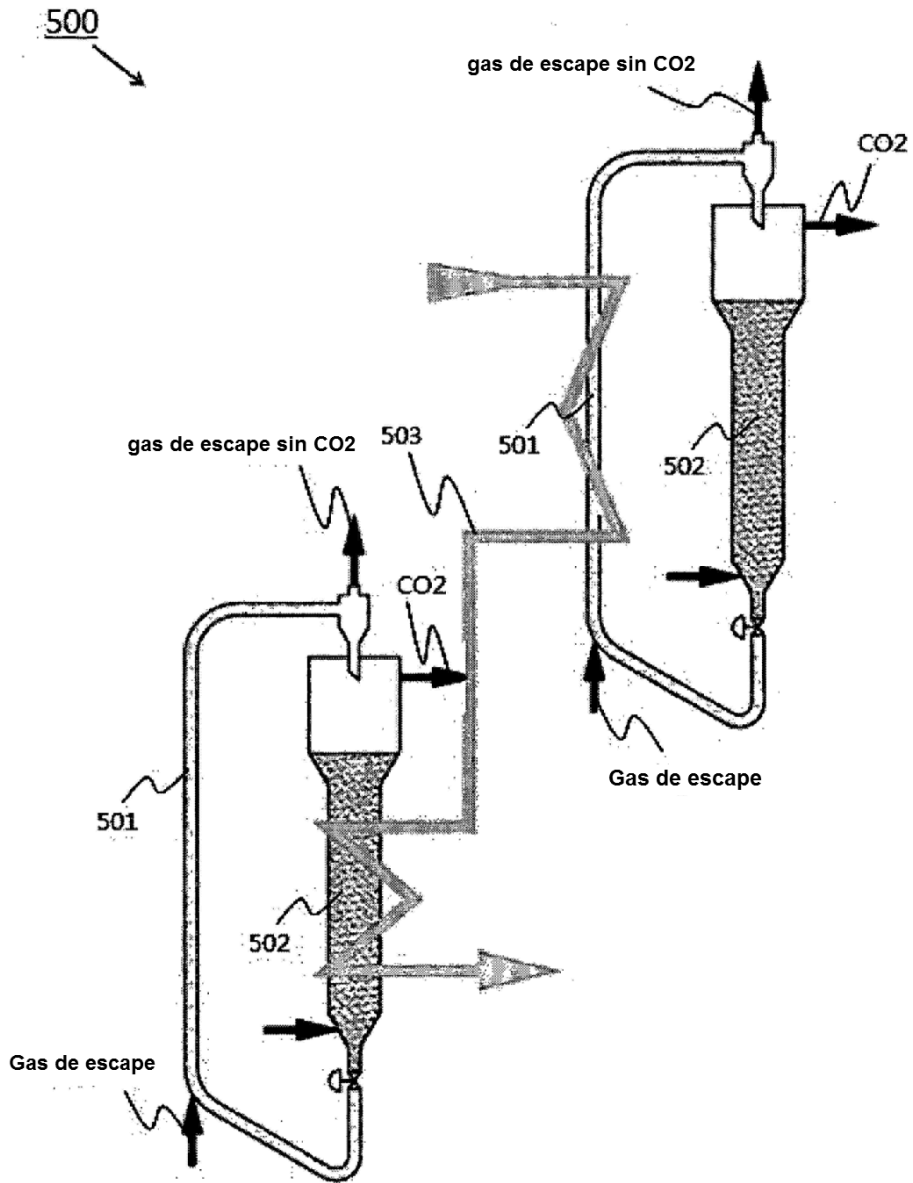
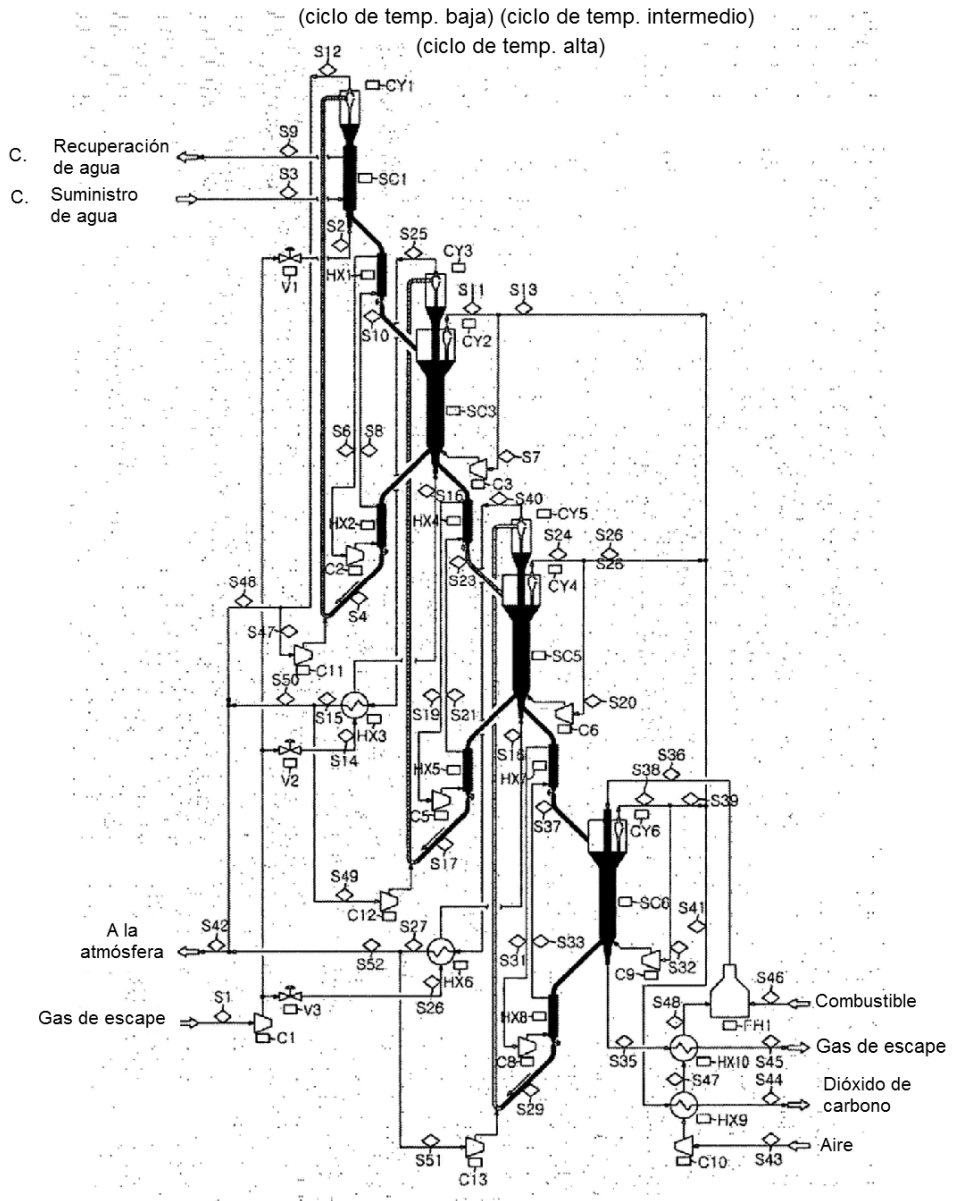
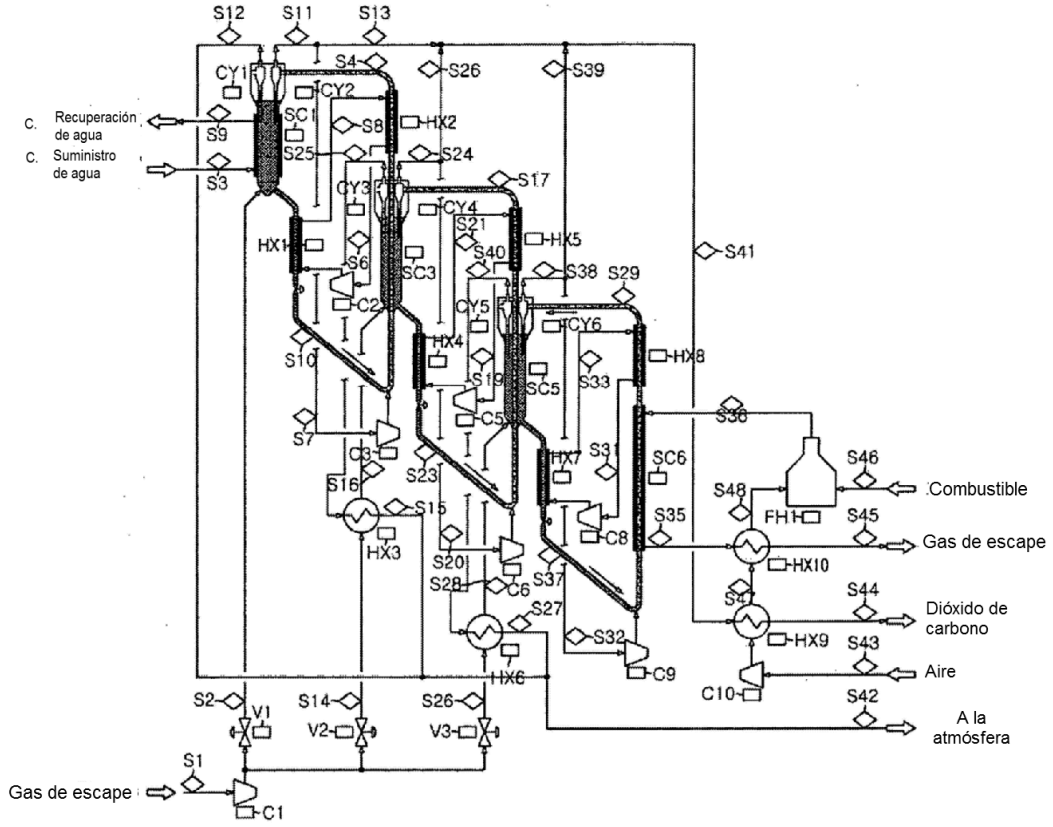


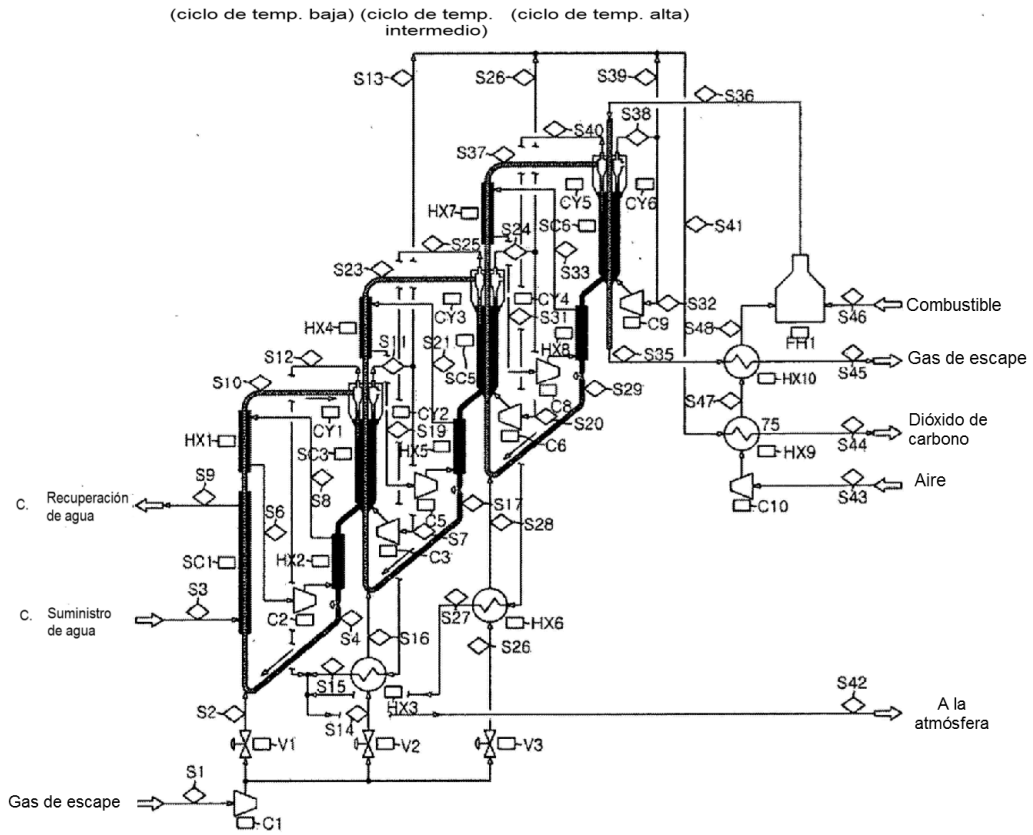
Figura 7



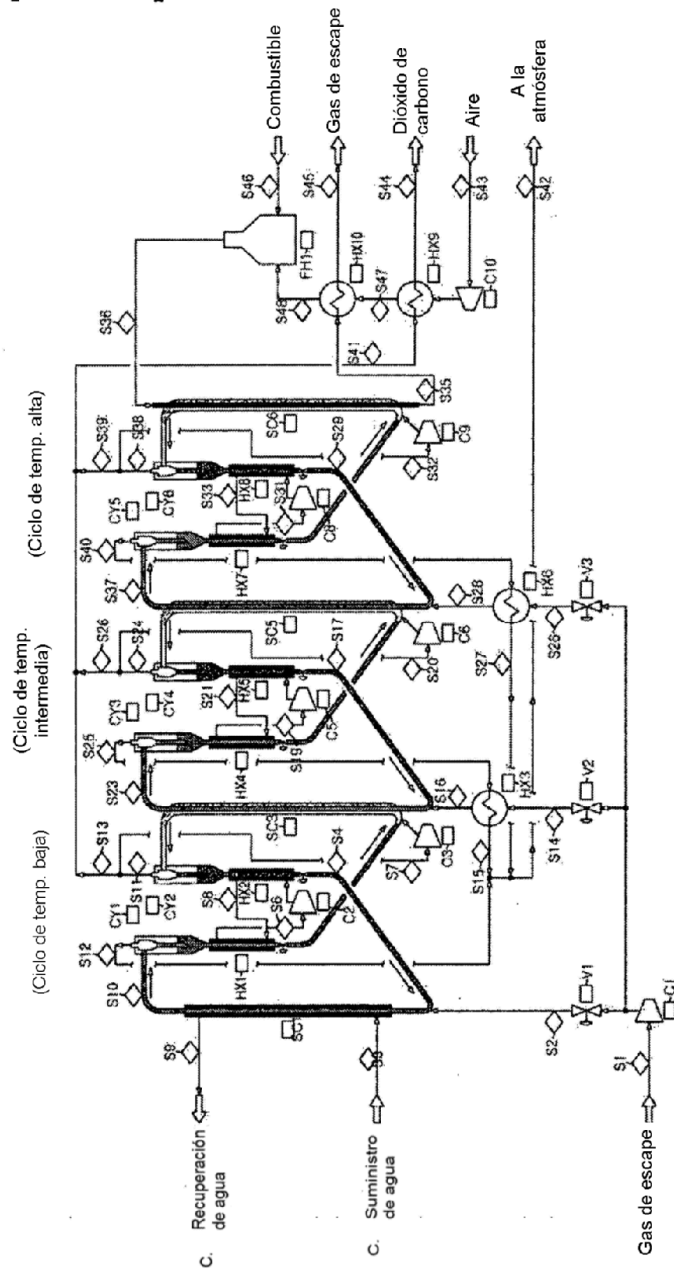
【 Figura 8 】



【 Figura 9 】



【 Figura 10 】



【 Figura 11 】

