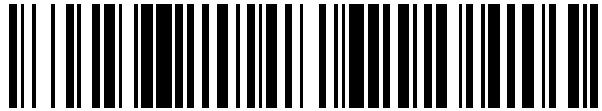


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 746**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/83** (2006.01)

**B01D 53/96** (2006.01)

**F28F 5/02** (2006.01)

**F28D 19/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2012 PCT/EP2012/073211**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO2013076131**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2012 E 12790884 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2782661**

54 Título: **Dispositivo de calcinación para la separación de dióxido de carbono de un sólido**

30 Prioridad:

**24.11.2011 DE 102011055678**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.06.2017**

73 Titular/es:

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT  
(100.0%)  
Karolinenplatz 5  
64285 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**EPPLE, BERND y  
SEEBER, JOACHIM**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 615 746 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**

Dispositivo de calcinación para la separación de dióxido de carbono de un sólido

5 La invención se refiere a un dispositivo de calcinación que sirve para la separación de dióxido de carbono de un primer sólido vertible que contiene dióxido de carbono. Este dispositivo de calcinación puede ser parte de un dispositivo para la separación de dióxido de carbono de un gas de combustión, presentando este dispositivo un carbonatador y una cámara de combustión que está unida al dispositivo de calcinación. Mediante el primer sólido, en un carbonatador puede ser separado del gas de combustión el dióxido de carbono contenido en un gas de combustión y adsorbido por el primer sólido. El gas de escape libre de CO<sub>2</sub> puede a continuación eventualmente ser evacuado al ambiente a través de una disposición de intercambiador de calor y/o un dispositivo de filtro. Casi no contiene dióxido de carbono, lo que es necesario en cuanto a los requisitos de respeto al medio ambiente para los procesos de combustión. El dispositivo de calcinación según la invención, en conexión con el carbonatador, sirve para separar de nuevo del primer sólido el dióxido de carbono contenido en el primer sólido y a continuación ser almacenado de forma intermedia para otra utilización o ser almacenado de forma duradera. De esta forma puede ser obtenido dióxido de carbono con un grado de pureza muy alto.

15 Por el documento DE 10 2007 015 082 A1 es conocido un procedimiento y un dispositivo para la separación de dióxido de carbono de gases de escape y una calcinación mediante intercambiadores de calor de alta temperatura. La calcinación debe realizarse en este caso en un intercambiador de calor de alta temperatura en lecho arrastrado. Durante la calcinación, por una elevación de la temperatura de la piedra caliza por encima de aproximadamente 900° C, el dióxido de carbono es expulsado y se produce cal viva (CaO). No se describen los detalles de la construcción del dispositivo de calcinación con intercambiadores de calor de alta temperatura.

20 El documento EP 2 229 176 A1 describe un procedimiento y un dispositivo para la separación de CO<sub>2</sub> de un gas de escape según el preámbulo de la reivindicación 1. Un enfriador de lecho fluidizado puede captar el calor de las partículas del lecho fluidizado. Este calor es transmitido a un desorbedor a través de caloductos o alternativamente un regenerador. En el desorbedor es regenerado un sorbente que lleva CO<sub>2</sub>.

25 El documento EP 2 348 272 A2 describe un intercambiador de calor regenerativo para la transmisión de calor entre dos sólidos. En este caso son vertidos alternativamente un primer sólido y un segundo sólido a través de las superficies de intercambiador de calor.

30 Partiendo de esto, un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de calcinación que presente una alta eficiencia y al mismo tiempo posibilite una estructura que ahorre espacio. Este objeto se consigue mediante un dispositivo de calcinación con las características de la reivindicación 1.

35 El dispositivo de calcinación presenta un canal de separación entre una entrada de canal y una salida de canal. Preferiblemente, el canal de separación discurre sustancialmente vertical. A través de la entrada de canal es alimentado el primer sólido vertible que contiene dióxido de carbono. En la carcasa del dispositivo de calcinación, adyacente al canal de separación, está previsto un primer canal de calentamiento, así como un segundo canal de calentamiento. Además, la carcasa contiene una primera unidad de intercambiador de calor con una primera superficie de intercambiador de calor y una segunda unidad de intercambiador de calor con una segunda superficie de intercambiador de calor. Las dos unidades de intercambiador de calor están montadas, respectivamente, giratorias, pudiendo realizarse el apoyo de giro por ejemplo en torno a un eje de giro común. La primera superficie de intercambiador de calor se extiende parcialmente en el primer canal de calentamiento y parcialmente en una porción del canal de separación. La segunda superficie de intercambiador de calor se extiende parcialmente en el segundo canal de calentamiento y parcialmente en otra porción del canal de separación. A los dos canales de calentamiento es conducido un segundo sólido vertible calentado. Los dos canales de calentamiento están conectados en paralelo con respecto a la dirección de transporte del segundo sólido. Con respecto a la dirección de transporte del primer sólido, las dos unidades de intercambiador de calor en el canal de separación están conectadas una tras otra y por así decirlo en serie. En el canal de separación, el calor de las superficies del intercambiador de calor es al menos parcialmente transmitido al primer sólido. El primer sólido es calentado en el canal de separación, por lo que se libera el dióxido de carbono. En el canal de separación desemboca al menos un canal de evacuación de gas, a través del cual el dióxido de carbono puede ser retirado de la carcasa del dispositivo de calcinación. Al canal de descarga del gas pueden estar asociados medios de separación para separar partículas arrastradas del primer sólido y/o para evitar que entren en el canal de descarga de gas. Preferiblemente, a cada intercambiador de calor está asociado un canal de descarga del gas separado.

55 Por la conexión una tras otra de dos unidades de intercambiador de calor se puede conseguir una alta eficiencia en la separación del dióxido de carbono del primer sólido vertible. Para ello, ambas unidades de intercambiador de calor están asociadas a un canal de separación común. Al mismo tiempo, a cada unidad de intercambiador de calor está asociado un canal de calentamiento separado, siendo conducido a ambos canales de calentamiento un segundo sólido vertible caldeado o calentado. La temperatura del segundo sólido alimentado tanto en el primer canal de calentamiento, como en el segundo canal de calentamiento, es aproximadamente de la misma magnitud. Los dos canales de calentamiento están, por así decirlo, conectados en paralelo y les es suministrado preferentemente mediante un conducto de suministro común un flujo de partículas caliente del primer sólido. Las dos unidades de

intercambiador de calor están dispuestas giratorias en la carcasa. El eje de giro respectivo se extiende sustancialmente en la dirección de avance del canal de separación y en el caso de un ejemplo de realización sustancialmente vertical. Preferiblemente, las superficies de intercambiador de calor de las dos unidades de intercambiador de calor pueden ser giradas independientemente una de otra en torno al eje de giro respectivo, para lo cual a cada unidad de intercambiador de calor está asociado un accionamiento separado. Puesto que las superficies de intercambiador de calor en el canal de separación están conectadas una tras otra, puede ser necesario variar a menudo de forma diferente la posición de giro de las dos unidades de intercambiador de calor. Preferiblemente, la cantidad del segundo sólido calentado que es conducido al primer canal de calentamiento y al segundo canal de calentamiento puede ser predeterminada y ajustada independientemente una de otra. Las partes de la primera o la segunda superficie de intercambiador de calor que se encuentran en el canal de calentamiento pueden de esta forma ser calentadas según sea necesario.

Ventajosamente, los dos canales de calentamiento y el canal de separación discurren paralelos entre sí y sustancialmente verticales. Por la alineación vertical, el sólido vertible puede ser transportado a través del dispositivo de calcinación por su propio peso sin un medio de transporte adicional. De esta forma no se requiere energía para el transporte de los sólidos vertibles dentro del dispositivo de calcinación.

Para conseguir una carcasa con la construcción lo más pequeña posible, los dos canales de calentamiento están dispuestos preferiblemente uno tras otro a lo largo de un eje común. Este eje puede estar alineado preferiblemente vertical.

La primera superficie de intercambiador de calor y/o la segunda superficie de intercambiador de calor pueden estar formadas, al menos en parte, por la superficie de, respectivamente, varios cuerpos de relleno. Mediante tales cuerpos de relleno se puede conseguir una superficie de intercambiador de calor muy grande que garantice una buena transferencia de calor al primer sólido vertible o desde el segundo sólido vertible sobre la superficie de intercambiador de calor. Al mismo tiempo, por la configuración de los cuerpos de relleno puede ser predeterminado el tamaño de las aberturas de paso para el sólido, por lo que puede ser ajustado el tiempo de permanencia de los sólidos vertibles durante el flujo a lo largo de la superficie de intercambiador de calor o el tiempo de contacto entre el sólido y la superficie de intercambiador de calor. Asimismo, es posible predeterminar el tiempo de permanencia de las dos superficies de intercambiador de calor con magnitudes diferentes.

Como primer sólido puede servir por ejemplo un sorbente alcalinotérreo, como por ejemplo óxido de calcio (CaO) u óxido de magnesio (MgO). Como segundo sólido se utiliza un sólido inerte bajo las condiciones dadas, preferiblemente arena.

El dispositivo de calcinación puede ser parte de un dispositivo para la separación de dióxido de carbono de gas de combustión. Este dispositivo presenta una cámara de combustión, en la que por la combustión de un combustible con aire se produce gas de combustión que contiene dióxido de carbono. El segundo sólido es calentado por el calor de la cámara de combustión. En un carbonatador, el primer sólido es puesto en contacto con el gas de combustión que contiene dióxido de carbono y adsorbe el dióxido de carbono en el gas de combustión. Este primer sólido que contiene dióxido de carbono es conducido a continuación al dispositivo de calcinación, donde en el canal de separación el dióxido de carbono es separado de nuevo del primer sólido. El primer sólido es conducido de nuevo al carbonatador después de la separación del dióxido de carbono. El segundo sólido enfriado en el dispositivo de calcinación es transportado a continuación otra vez a la cámara de combustión para ser calentado de nuevo. Se forman, por tanto, dos flujos de sólido que circulan separados uno de otro.

Realizaciones ventajosas de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes, así como de la descripción. La descripción se limita a las características esenciales de la invención, así como a otras peculiaridades. El dibujo puede resultar complementario. Muestran:

Figura 1: un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de un dispositivo para la separación de dióxido de carbono de un gas de combustión, con una cámara de combustión, un carbonatador y un dispositivo de calcinación,

Figura 2: una representación esquemática de un ejemplo de realización de un dispositivo de calcinación en un corte longitudinal;

Figura 3: un corte transversal a través del dispositivo de calcinación de la figura 2 a lo largo de la línea de corte A-A,

Figura 4: un corte transversal a través del dispositivo de calcinación de la figura 2 a lo largo de la línea de corte B-B,

Figura 5: un corte transversal a través del dispositivo de calcinación de la figura 2 a lo largo de la línea de corte C-C,

Figura 6: un primer ejemplo de realización de una superficie de intercambiador de calor en una representación parcial muy esquematizada,

- Figura 7: un segundo ejemplo de realización de una superficie de intercambiador de calor en una representación parcial muy esquematizada,
- Figura 8: un tercer ejemplo de realización de una superficie de intercambiador de calor en una representación parcial muy esquematizada con cuerpos de relleno,
- 5 Figura 9: un cuarto ejemplo de realización de la superficie de intercambiador de calor en una representación parcial muy esquematizada, con una estructura de tipo rejilla.
- Figura 10: cuerpos de relleno con forma esférica para una superficie de intercambiador de calor con medios de mantenimiento de la distancia en forma de pasadores, y
- 10 Figura 11: cuerpos de relleno con forma esférica para una superficie de intercambiador de calor con agujeros de paso, y
- Figura 12: un diagrama de bloques de un segundo ejemplo realización de un dispositivo para la separación de dióxido de carbono de un gas de combustión.

En la figura 1 está representado un diagrama de bloques de un primer ejemplo de realización de un dispositivo 20, que puede ser parte de una instalación de central eléctrica. El dispositivo 20 sirve para la realización de un proceso con el que puede ser extraído el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de un gas de combustión R que contiene dióxido de carbono. El dispositivo 20 presenta una cámara de combustión 21, por ejemplo un calentador generador de vapor. En cuanto a la cámara de combustión 21 se trata por ejemplo de un calentador de lecho fluidizado, en el que se quema un combustible B junto con aire L. El gas de combustión R que se produce así contiene dióxido de carbono. A la cámara de combustión 21 es conducido un segundo sólido F2 y es calentado en la cámara de combustión. En un separador 22 conectado detrás de la cámara de combustión 21, el segundo sólido F2 es separado del gas de combustión R. El segundo sólido F2 es alimentado a un dispositivo de calcinación 24 a través de un conducto de suministro 23.

El gas de combustión R descargado desde el separador 22 es conducido a un carbonatador 27 a través de un intercambiador de calor opcional 25 y una unidad de limpieza de gases de combustión 26. El carbonatador 27 está realizado en el ejemplo de realización como un reactor de lecho fluidizado. Desde el dispositivo de calcinación 24 es conducido al carbonatador 27 además un flujo de masa calentado de un primer sólido F1. En el carbonatador, el primer sólido F1 entra en contacto con el gas de combustión R que contiene dióxido de carbono y adsorbe el dióxido de carbono contenido en el gas de combustión R. Al carbonatador 27 puede ser alimentada opcionalmente también una corriente de gas de combustión de otro proceso de la central eléctrica, como está representado esquemáticamente por el conducto 28 con línea discontinua.

Para la separación de las partículas de sólido del primer sólido F1 del gas ahora reducido en dióxido de carbono, que para diferenciarlo del gas de combustión R que contiene dióxido de carbono es denominado gas de escape A, está conectado detrás del carbonatador 27 un separador 29. Los dos separadores 22, 29 pueden estar configurados por ejemplo como un separador de ciclón. El gas de escape A liberado de dióxido de carbono puede ser descargado del separador 29 a través de una unidad de limpieza de gas de escape 30.

Los dos sólidos F1 y F2 están desmenuzados en pequeñas partículas que tienen preferentemente un tamaño de grano medio de menos de un milímetro. Con este tamaño del grano se pueden formar buenos lechos fluidizados en la cámara de combustión 21 o en el carbonatador 27 y la superficie de contacto entre las partículas de sólido de los dos sólidos F1, F2 y el gas en cuestión es suficientemente grande.

El primer sólido F1 desde el separador 29 es conducido junto con el dióxido de carbono contenido en el mismo al dispositivo de calcinación 24 a través de un conducto de suministro 31. Esto se hace, o bien directamente, o como en el ejemplo de realización preferido de la figura 1 a través de un primer intercambiador de calor 25 que sirve para precalentar el primer sólido F1 que contiene dióxido de carbono.

El dispositivo de calcinación 24 tiene en el ejemplo de realización una primera unidad de intercambiador de calor 34 y una segunda unidad de intercambiador de calor 35. Mediante las unidades de intercambiador de calor 34, 35, en el dispositivo de calcinación 24 es extraído calor de la corriente del segundo sólido F2 y es alimentado calor al flujo del primer sólido F1 que contiene dióxido de carbono. Con este caldeo o calentamiento del primer sólido F1 se libera el dióxido de carbono contenido y a través de uno, y por ejemplo dos, canales de descarga de gas 36, 37 es retirado del dispositivo de calcinación 27. El dióxido de carbono descargado puede a continuación ser enfriado y limpiado, para lo cual pueden estar previstos medios 38 correspondientes.

Un ejemplo de realización preferido del dispositivo de calcinación 24 se explicará con más precisión con referencia a las figuras 2 a 5. El dispositivo de calcinación 24 tiene una carcasa 40. En la zona superior de la carcasa, el conducto de suministro 31 desemboca en una entrada de canal 41 que desemboca en un canal de separación 42 en el interior de la carcasa 40. Por el lado de la carcasa 40 opuesto a la entrada del canal 41 se encuentra una salida de canal 43, que une el canal de separación 42 a un primer conducto de retorno 44, que conduce desde el dispositivo de calcinación 24 al carbonatador 27 y puede conducir un flujo del primer sólido F1 de vuelta al

## ES 2 615 746 T3

carbonatador 27. El canal de separación 42 se extiende esencialmente en dirección vertical, de modo que el primer sólido F1 es transportado principalmente o por completo por su propio peso a través del canal de separación 42.

5 Separados del canal de separación 42 están dispuestos en la carcasa 40 un primer canal de calentamiento 46 y un segundo canal de calentamiento 47. Cada canal de calentamiento tiene en su zona final superior vertical una  
10 abertura de entrada 48 y en su zona final inferior opuesta una abertura de salida 49. Los dos canales de calentamiento 46, 47 están separados uno de otro. Las aberturas de entrada están conectadas, respectivamente, al conducto de suministro 23, como está ilustrado esquemáticamente en la figura 2 por las flechas en las aberturas de  
15 entrada 48. Las aberturas de salida 49 están conectadas a un segundo conducto de retorno 50 a través del cual el segundo sólido F2 evacuado del dispositivo de calcinación 24 puede ser transportado de vuelta a la cámara de combustión 21 para allí ser calentado de nuevo.

15 Inmediatamente a continuación de la entrada del canal 41 está dispuesto en el canal de separación 42 un distribuidor 53 en forma de cubeta, que sirve para la distribución del primer sólido F1 que contiene dióxido de carbono alimentado en el plano de extensión del distribuidor 53. El distribuidor 53 se extiende por ejemplo  
20 sustancialmente horizontal y distribuye el primer flujo de partículas de sólido de forma aproximadamente uniforme sobre la sección transversal del canal de separación 42. El distribuidor 53 puede ser fluidizado para este fin y presenta una pluralidad de orificios de rebosamiento 54 dispuestos distribuidos, a través de los cuales pueden caer  
25 las partículas de sólido del primer sólido F1. Las partículas de sólido pueden además ser transportadas a través de un borde lateral 55 del distribuidor 53 a continuación al canal de separación 42. Distribuidores 53 de este tipo están dispuestos también en los canales de calentamiento 46, 47 a continuación de la respectiva abertura de entrada 48.

20 El primer canal de calentamiento 46 y el segundo canal de calentamiento 47 están dispuestos a modo de ejemplo a lo largo de un eje V común, que preferentemente está alineado esencialmente vertical. En el ejemplo de realización preferido de acuerdo con la figura 2, el primer canal de calentamiento 46 está previsto vertical por encima del  
25 segundo canal de calentamiento 47. La abertura de salida 49 del primer canal de calentamiento 46 se encuentra por encima de la abertura de entrada 48 del segundo canal de calentamiento 47. El primer canal de calentamiento 46 está dispuesto adyacente a una primera porción 42a del canal de separación y el segundo canal de calentamiento  
30 47 está dispuesto adyacente a una segunda porción 42b del canal de separación 42, de modo que la segunda porción 42b del canal de separación 42 se une en la dirección de transporte T del primer sólido F1 a través del canal de separación 42 a su primera porción 42a. La dirección de transporte T es vertical en el ejemplo de realización.

30 En una pared de separación 60 entre la primera porción 42a del canal de separación 42 y el primer canal de calentamiento 46 está montado giratorio un primer eje 61. En este primer eje 61 se asienta solidaria en rotación una primera superficie de intercambiador de calor 62 de la primera unidad de intercambiador de calor 34. La primera  
35 superficie de intercambiador de calor 62 sobresale con una porción de emisión de calor 62a en la primera porción 42a del canal de separación 42, mientras que la porción de recepción de calor 62b de la primera superficie de intercambiador de calor 62 sobresale en el primer canal de calentamiento 46. La primera superficie de intercambiador de calor 62 está dispuesta por debajo del distribuidor 53 del canal de separación 42 o del primer canal de calentamiento 46. Mediante un primer accionamiento de giro 64 de la primera unidad de intercambiador de calor 34, el primer eje 61 con la primera superficie de intercambiador de calor 62 está dispuesto giratorio en torno a un eje de giro D. El eje de giro D discurre esencialmente vertical y preferiblemente paralelo al eje V.

40 En la carcasa 40 está dispuesta además la segunda unidad de intercambiador de calor 35. En el ejemplo de realización la segunda unidad de intercambiador de calor 35 tiene una estructura análoga a la primera unidad de intercambiador de calor 34. Presenta un segundo eje 69 dispuesto giratorio en una pared de separación 68 entre la segunda porción 42b del canal de separación y el segundo canal de calentamiento 47, que puede ser accionado mediante un segundo accionamiento de giro 70 en torno al eje de giro D. Sobre el segundo eje 69 se asienta una  
45 segunda superficie de intercambiador de calor 71 que presenta una porción de emisión de calor 71a, que sobresale en la segunda porción 42b del canal de separación 42, así como una porción de recepción de calor 71b que sobresale en el segundo canal de calentamiento 47.

50 A cada unidad de intercambiador de calor 34, 35 está asociado un canal de descarga de gas 36, 37, que desemboca en el canal de separación 42. En el ejemplo de realización, el primer canal de descarga de gas 36 desemboca por encima de la primera superficie de intercambiador de calor 62 en la primera porción 42a del canal de descarga 42, mientras que el segundo canal de descarga de gas 37 desemboca por encima de la segunda superficie de intercambiador de calor 71 en la segunda porción 42b del canal de separación 42. Como alternativa a esta configuración, los canales de descarga de gas 36, 37 podrían también desembocar por debajo de la superficie de intercambiador de calor 62, 71 respectiva en la porción 42a o 42b asociada del canal de separación 42.

55 En el ejemplo de realización descrito aquí, las dos superficies de intercambiador de calor 62, 71 pueden ser giradas independientemente una de otra alrededor del eje de giro D. Esto tiene la ventaja de que tiene en cuenta los diferentes estados de temperatura de las dos superficies de intercambiador de calor 62, 71 y, por tanto, la posición de giro puede ser cambiada también de forma independiente. En una forma de realización simplificada, sin embargo, también es posible que las unidades de intercambiador de calor 34, 35 compartan un accionamiento de giro común 64 o 70.

Como modificación al ejemplo de realización descrito, el dispositivo de calcinación 42 puede presentar también más de dos unidades de intercambiador de calor 34, 35 y, en consecuencia, muchos canales de calentamiento 46, 47. Según la figura 2 está realizado como dispositivo de calcinación 24 de dos etapas. El dispositivo de calcinación 24 funciona como sigue:

5 A los dos canales de calentamiento 46, 47 es alimentado a través de un conducto de suministro 23 un flujo de sólido del segundo sólido F2 calentado, por ejemplo arena. Los dos canales de calentamiento 46, 47 están conectados en paralelo con respecto al flujo de masa de sólido desde el conducto de suministro 23. Las partículas de sólido del segundo sólido F2 penetran por la abertura de entrada 48 respectiva en el canal de calentamiento 46 o 47 y son distribuidas a través del distribuidor 53 preferiblemente de manera uniforme sobre la sección transversal del canal de calentamiento 46, 47 respectivo. Por el peso, las partículas de sólido del segundo sólido F2 caen a través del canal de calentamiento 46, 47 respectivo y se vierten así a lo largo de la porción de recepción de calor 62b o 71b de la primera superficie de intercambiador de calor 62 o de la segunda superficie de intercambiador de calor 71. De esta forma ceden su calor a la porción de recepción de calor 62b, 71b en cuestión, al menos parcialmente.

10 Al mismo tiempo, para el proceso de calentamiento de las porciones de recepción de calor 62b y 71b, las porciones de emisión de calor 62a y 71a de las dos superficies de intercambiador de calor 62, 71 en el canal de separación ceden su calor a la corriente de sólido del primer sólido F1 que contiene dióxido de carbono. Las partículas de sólido del primer sólido F1 entran a través de la entrada del canal 41 y son distribuidas por el distribuidor 53 sobre la sección transversal del canal de separación 42. A continuación de ello, las partículas de sólido del primer sólido F1 entran en contacto en primer lugar con la porción de emisión de calor 62 de la primera superficie del intercambiador de calor 62 y después con la porción de emisión de calor 71a de la segunda superficie de intercambiador de calor 71. Asimismo, las partículas del primer sólido F1 se calientan, por lo que el dióxido de carbono adsorbido se separa del primer sólido F1 y es evacuado a través de los canales de descarga de gas 36 y 37 de la carcasa 40 del dispositivo de calcinación 24. Por el calentamiento en dos etapas del primer sólido F1 en una carcasa común 40, en un espacio pequeño es separado con alta eficiencia dióxido de carbono de las partículas de sólido del primer sólido F1.

15 Después de un tiempo predeterminado o en función de una temperatura medida de la respectiva porción de emisión de calor 62a, 71a de las superficies de intercambiador de calor 62, 71, estas son giradas 180 grados por el accionamiento de giro 64 o 70 asociado, de manera que la porción más fría forma ahora la porción de recepción de calor 62b o 71b en el primer canal de calentamiento 46 o en el segundo canal de calentamiento 47 y la porción más caliente forma la porción de emisión de calor 62a o 71a en canal de separación 42. Puesto que el enfriamiento de las dos porciones de emisión de calor 62a y 71a es diferente entre sí, la duración de tiempo entre la rotación de 180 grados de la superficie del intercambiador de calor de las dos unidades de intercambiador de calor 34, 35 puede ser de diferente magnitud. Entonces, la temperatura de las partículas de sólido del primer sólido F1 cuando están en contacto con la porción de emisión de calor 62a de la primera superficie de intercambiador de calor 62 es menor que a continuación al entrar en contacto con la porción de emisión de calor 71a de la segunda superficie de intercambiador de calor 71. Por tanto, el tiempo de ciclo entre dos giros de 180 grados en la segunda unidad de intercambiador de calor 35 puede ser mayor que en la primera unidad de intercambiador de calor 34. Dado que por tanto también se dispone de diferentes duraciones de tiempo para el calentamiento de la respectiva porción de recepción de calor 62b o 71b, también el flujo de masa en el primer canal de calentamiento 46 y en el segundo canal de calentamiento 47 pueden ser ajustados con una magnitud diferente. Para este fin, antes de la abertura de entrada 48 respectiva en los canales de calentamiento 46, 47 pueden estar previstos medios de control correspondientes, tales como esclusas de rueda celular. Cuanto mayor sea la duración de tiempo disponible para el calentamiento de la porción de recepción de calor 62b o 71b, menor puede ser ajustada la cantidad del segundo sólido F2 a través del canal de calentamiento 46, 47 en cuestión. De esta manera, la eficiencia del dispositivo de calcinación 24 o del dispositivo 20 puede ser mejorada.

20 En las figuras 6 a 9 están ilustrados de forma parcialmente esquemática diferentes ejemplos de realización para la primera superficie de intercambiador de calor 62 o la segunda superficie de intercambiador de calor 71, estando representada en cada caso únicamente una porción 62a, 62b, 71a, 71b. La otra porción respectiva de la superficie de intercambiador de calor 62, 71 está configurada de igual forma. En los ejemplos de realización representados aquí, la superficie de intercambiador de calor 62, 71 presenta una carcasa 75 de intercambiador de calor, que tiene una abertura superior 76 en su lado superior y una abertura inferior 77 en su lado inferior. El sólido F1, F2 respectivo puede penetrar a través de la abertura superior 76 en la dirección de transporte T en la carcasa 75 de intercambiador de calor y en la abertura inferior 77 opuesta salir de nuevo de la carcasa 75 del intercambiador de calor. El tiempo de permanencia durante el cual las partículas de sólido se mueven dentro de la carcasa 75 del intercambiador de calor puede ser variado por la configuración en el interior de la carcasa 75 del intercambiador de calor. También es posible, en particular, ajustar de forma diferente el tiempo de permanencia de las unidades de intercambiador de calor 34, 35 del dispositivo de calcinación 24 por diferentes realizaciones de las superficies de intercambiador de calor 72, 71.

25 En el primer ejemplo de realización según la figura 6, la superficie de intercambiador de calor 62 o 71 está formada por varias chapas o placas onduladas 79 dispuestas paralelas entre sí. Las partículas de sólido que caen o son vertidas en la dirección de transporte T a través de la carcasa 75 del intercambiador de calor son desviadas así transversalmente a la dirección de transporte T, de modo que el tiempo de permanencia en la carcasa 75 de

intercambiador de calor aumenta. En correspondencia con el tiempo de permanencia deseado, pueden ser ajustados la forma y el tamaño de las ondas, el número de ondas y la distancia entre placas 79 adyacentes.

5 En un segundo ejemplo de realización modificado según la figura 7, en lugar de placas 79 onduladas sin ángulos están dispuestas chapas o placas 80 angulares en la carcasa 75 de intercambiador de calor, siendo desviadas también aquí las partículas de sólido que caen a través de la carcasa 75 de intercambiador de calor transversalmente a la dirección de transporte T para aumentar la duración de la estancia en la carcasa 75 del intercambiador de calor y el contacto entre las partículas de sólido y la superficie de intercambiador de calor 62, 71.

10 En un tercer ejemplo de realización representado en la figura 8, en la carcasa 75 del intercambiador de calor está dispuesta una pluralidad de cuerpos de relleno 81 que impiden el paso directo sin obstáculos de las partículas de sólido. Los cuerpos de relleno 81 presentan medios de mantenimiento de la distancia 82 para entre los cuerpos de relleno 81 dejar espacio libre suficiente para que caigan o sean vertidas las partículas de sólido respectivas del primer sólido F1 o del segundo sólido F2. En el ejemplo de realización representado en la figura 8, los cuerpos de relleno 81 están formados por barras 83, que están completamente encerradas por, respectivamente, uno o varios anillos 84 que constituyen los medios de mantenimiento de la distancia 83. Los anillos 84 se ocupan de que las barras presenten una distancia suficiente entre sí. Las barras 83 se extienden transversalmente a la dirección de transporte T y pueden estar orientadas paralelas entre sí. Con el fin de prevenir que los cuerpos de relleno 81 caigan fuera de la carcasa 75 del intercambiador de calor, al menos la abertura inferior 77 de la carcasa 75 del intercambiador de calor puede estar cerrada por un elemento en forma de rejilla, que no está representado en detalle en el dibujo.

20 En lugar de los cuerpos de relleno 81 en forma de barra representados en la figura 8 pueden ser empleados otros cuerpos de relleno 81, que están representados en las figuras 10 y 11 a modo de ejemplo. De acuerdo con la realización de la figura 10, los cuerpos de relleno 81 están formados por bolas 85 por las que sobresalen en diferentes direcciones pasadores 86, que constituyen los medios de mantenimiento de la distancia 82.

25 En otra realización alternativa de los cuerpos de relleno 81 según la figura 11, los cuerpos de relleno 81 están formados por bolas 85, que presentan, respectivamente, uno o varios agujeros de paso 87. Las bolas 85 se ajustan una a otra en la carcasa 75 del intercambiador de calor, pudiendo llegar las partículas de sólido a través de los agujeros de paso 87.

30 Otra cuarta forma de realización para la superficie de intercambiador de calor 62, 71 está ilustrada en la Fig. 9. Allí, en el interior de la carcasa 75 del intercambiador de calor está dispuesta una estructura de tipo rejilla con elementos transversales 87 que se extienden transversalmente a la dirección de transporte T, entre la abertura superior 76 y la abertura inferior 77. Los elementos transversales 88 pueden presentar, por ejemplo, una configuración con forma de barra con formas de sección transversal discrecionales. Los elementos transversales 88 son sujetos por piezas de retención 89 en el interior de la carcasa 75 del intercambiador de calor. Las piezas de retención 89 se extienden sustancialmente en la dirección de transporte T de las partículas de sólido y pueden estar configuradas en forma de barra o placa.

35 Se entiende que las formas de realización de las superficies de intercambiador de calor 62, 71 descritas en relación con las figuras 6 a 11 también pueden ser combinadas. Los cuerpos de relleno 81 pueden estar montados fijos e inmóviles sobre una estructura o piezas de sujeción 89. En este caso, en una modificación a los ejemplos de realización representados se ha prescindido también de la carcasa 75 del intercambiador de calor. La carcasa 75 del intercambiador de calor es necesaria sobre todo cuando los cuerpos de relleno 81 están dispuestos sueltos dentro de la carcasa 75 del intercambiador de calor y son sujetos únicamente por la carcasa 75 del intercambiador de calor.

40 Se entiende que los medios de mantenimiento de la distancia 82 pueden estar formados alternativamente a los anillos 84 o los pasadores 86 también por segmentos de anillo, discos con contorno redondo, ovalado o poligonal, salientes que sobresalen por el cuerpo de relleno 81 o similares. Hay así muchas posibilidades disponibles. Alternativamente a los cuerpos de relleno con forma esférica pueden ser empleados también otros cuerpos, tales como por ejemplo poliedros, cuerpos de relleno 81 con forma de pesa, cuerpos de anillo, cuerpos con forma tubular, o similares.

45 En la figura 12 está ilustrado un ejemplo de realización modificado del dispositivo 20 en virtud de una imagen de diagrama de bloques. A diferencia del primer ejemplo de realización según la figura 1, en este caso en el primer conducto de retorno 44 puede ser interconectado un segundo intercambiador de calor regenerativo adicional 95, que sirve para un enfriamiento adicional del primer sólido F1 transportado de vuelta al carbonatador 27. Mediante este intercambiador de calor adicional 95 puede también en caso necesario ser introducida en el circuito una cantidad adicional del primer sólido F1. Una cantidad adicional del segundo sólido F2 puede ser introducida en el circuito a través de la cámara de combustión 21 cuando esto sea necesario. El segundo intercambiador de calor adicional 95 está conectado en serie con el primer intercambiador de calor 25. Mediante los dos intercambiadores de calor 95, 25 es ya precalentado el primer sólido F1 que contiene dióxido de carbono antes de que entre en el dispositivo de calcinación 24. En el conducto de retorno 44 puede estar dispuesto a continuación del intercambiador de calor adicional 95 también un tercer intercambiador de calor adicional 96, cuando el primer sólido F1 reconducido a través del conducto de retorno 44 y liberado de dióxido de carbono deba ser enfriado de nuevo.

- Otra diferencia de la segunda forma de realización según la figura 12 con respecto al primer ejemplo de realización consiste en que el dispositivo de calcinación 24 presenta una tercera unidad de intercambiador de calor 97, que está conectada en serie a la primera unidad de intercambiador de calor 34 y a la segunda unidad de intercambiador de calor 35. A la tercera unidad de intercambiador de calor 97 está asociado un tercer canal de calentamiento, que puede estar realizado análogo a los dos canales de calentamiento 46, 47 según la figura 2, y está dispuesto a lo largo del eje V común junto a una tercera porción del canal de separación 42. A la tercera unidad de intercambiador de calor 97 está asociado un tercer canal de descarga de gas 98 análogo a las otras dos unidades de intercambiador de calor 34, 35. Con respecto al funcionamiento del dispositivo 20 de acuerdo con la segunda forma de realización de la figura 12 se puede hacer referencia a la realización según la Fig. 1.
- La invención se refiere a un dispositivo de calcinación 24 para la separación de dióxido de carbono de un primer sólido F1 vertible. El dispositivo de calcinación 24 presenta una carcasa 40 con un canal de separación 42. Separados de canal de separación 42 están previstos un primer canal de calentamiento 46 y un segundo canal de calentamiento 47. En el primer canal de calentamiento 46 y en el canal de separación 42 está una primera unidad de intercambiador de calor 34 y al segundo canal de calentamiento 47 y al canal de separación 42 está asociada una segunda unidad de intercambiador de calor 35. Las dos unidades de intercambiador de calor 34, 35 sobresalen, respectivamente, con una porción de emisión de calor 62a, 71a de sus superficies de intercambiador de calor 62, 71 en el canal de separación 42, mientras que una porción de recepción de calor 62b, 71b sobresale en el canal de calentamiento 46, 47 asociado respectivo. Las dos superficies de intercambiador de calor 62, 71 están montadas giratorias alrededor de un eje de giro D preferiblemente común mediante un accionamiento de giro asociado 64, 70 respectivo. En el canal de separación, un primer sólido F1 que contiene dióxido de carbono es calentado y liberado de esta forma el dióxido de carbono adsorbido. Es evacuado a través de al menos un canal de descarga de gas 36, 37 de la carcasa 40 del dispositivo de calcinación 24. El dispositivo de calcinación 24 puede ser parte de un dispositivo 20 para la separación de dióxido de carbono de un gas de combustión R, siendo llevado el primer sólido F1 en primer lugar en contacto con el gas de combustión R y adsorbe el dióxido de carbono y a continuación este es liberado de nuevo en el dispositivo de calcinación 24.

**Lista de símbolos de referencia:**

- 20 dispositivo
- 21 cámara de combustión
- 22 separador
- 23 conducto de suministro
- 24 dispositivo de calcinación
- 25 primer intercambiador de calor
- 26 unidad de limpieza de gas de combustión
- 27 carbonatador
- 28 conducto
- 29 separador
- 30 unidad de limpieza de gas de escape
- 31 conducto de suministro
- 34 primera unidad de intercambiador de calor
- 35 segunda unidad de intercambiador de calor
- 36 primer canal de descarga de gas
- 37 segundo canal de descarga de gas
- 38 medios
- 40 carcasa
- 41 entrada de canal
- 42 canal de separación
- 42a primera porción del canal de separación



	42b	segunda porción del canal de separación
	43	salida de canal
	44	primer conducto de retorno
	46	primer canal de calentamiento
5	47	segundo canal de calentamiento
	48	abertura de entrada
	49	abertura de salida
	50	segundo conducto de retorno
	53	distribuidor
10	54	orificios de rebosamiento
	55	borde
	60	pared de separación
	61	primer eje
	62	primera superficie de intercambiador de calor
15	62a	porción de emisión de calor
	62b	porción de recepción de calor
	64	primer accionamiento de giro
	68	pared de separación
	69	segundo eje
20	70	accionamiento de giro
	71	segunda superficie de intercambiador de calor
	71a	porción de emisión de calor
	71b	porción de recepción de calor
	75	carcasa de intercambiador de calor
25	76	abertura superior
	77	abertura inferior
	79	placa ondulada
	80	placa angular
	81	cuerpo de relleno
30	82	medios de mantenimiento de la distancia
	83	barra
	84	anillos
	85	bola
	86	pasador
35	87	agujeros de paso
	88	elemento transversal
	89	pieza de retención

## ES 2 615 746 T3

	95	segundo intercambiador de calor
	96	tercer intercambiador de calor
	97	tercera unidad de intercambiador de calor
	98	tercer canal de descarga de gas
5	A	gas de escape libre de dióxido de carbono
	B	combustible
	D	eje de giro
	L	aire
	F1	primer sólido
10	F2	segundo sólido
	R	gas de combustión que contiene dióxido de carbono
	T	dirección de transporte
	V	eje

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de calcinación (24) para la separación de dióxido de carbono de un primer sólido (F1) vertible que contiene de dióxido de carbono, con una carcasa (40) que presenta para el primer sólido un canal de separación (42) entre una entrada de canal (41) y una salida de canal (43), con un primer canal de calentamiento (46) existente en la carcasa (40) para un segundo sólido (F2) vertible, en el que el primer canal de calentamiento (46, 47) presenta una abertura de entrada (48) y una abertura de salida (49), con una unidad de intercambiador de calor (34) y con al menos un canal de descarga de gas (36, 37) que desemboca en el canal de separación (42) y a través del cual es evacuado de la carcasa (40) el dióxido de carbono liberado por el calentamiento del primer sólido (F1), caracterizado por un segundo canal de calentamiento (47) existente en la carcasa (40) para el segundo sólido (F2), en el que el segundo canal de calentamiento (47) presenta una abertura de entrada (48) y una abertura de salida (49), un eje de giro (D) en torno al cual está montada giratoria la primera unidad de intercambiador de calor (34), presentando la primera unidad de intercambiador de calor (34) una primera superficie de intercambiador de calor (62) que sobresale con una porción de emisión de calor (62a) en una primera porción (42a) del canal de separación (42) y con una porción de recepción de calor (62b) en el primer canal de calentamiento (46), una segunda unidad de intercambiador de calor (35) montada giratoria que presenta una segunda superficie de intercambiador de calor (71), en el que la segunda superficie de intercambiador de calor (71) sobresale con una porción de emisión de calor (71a) en una segunda porción (42b) del canal de separación (42) dispuesta más cerca de la salida de canal y sobresale con una porción de recepción de calor (71b) en el segundo canal de calentamiento (47), con al menos un accionamiento de giro (64, 70) para el giro de la primera superficie de intercambiador de calor (62) y de la segunda superficie de intercambiador de calor (71) para mover la porción más fría respectiva de la superficie de intercambiador de calor (62 o 71) desde el canal de separación (42) al canal de calentamiento (46 o 47) en cuestión y la porción más caliente respectiva de la superficie de intercambiador de calor (62 o 71) desde el canal de calentamiento (46 o 47) en cuestión al canal de separación (42).
2. Dispositivo de calcinación según la reivindicación 1, caracterizado por que el canal de separación (42) y/o el primer canal de calentamiento (46) y/o el segundo canal de calentamiento (47) se extienden sustancialmente verticales.
3. Dispositivo de calcinación según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la primera unidad de intercambiador de calor (34) y la segunda unidad de intercambiador de calor (35) están montadas giratorias en torno a un eje de giro (D) común.
4. Dispositivo de calcinación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer canal de calentamiento (46) y el segundo canal de calentamiento (47) están dispuestos a lo largo de un eje (V) común, que en particular está orientado verticalmente.
5. Dispositivo de calcinación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las unidades de intercambiador de calor (34, 35) son giratorias en torno a un eje de giro (D) independientemente una de otra por medio de, respectivamente, un accionamiento de giro (64, 70).
6. Dispositivo de calcinación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el eje de giro (D) está alineado esencialmente vertical.
7. Dispositivo de calcinación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la superficie de intercambiador de calor (62, 71) está formada al menos parcialmente por la superficie de cuerpos de relleno (81) de la unidad de intercambiador de calor (34, 35).
8. Dispositivo de calcinación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que como primer sólido (F1) sirve un sorbente alcalinotérreo.
9. Dispositivo de calcinación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que como segundo sólido (F2) sirve arena.
10. Dispositivo (20) para la separación de dióxido de carbono de un gas de combustión (R), con una cámara de combustión (21), en la que por la combustión de un combustible (B) con aire (L) se produce gas de combustión (R) que contiene dióxido de carbono, en el que por el calor de la cámara de combustión (21) es calentado un segundo sólido (F2), con un carbonatador (27), en el que un primer sólido (F1) es puesto en contacto con gas de combustión (R) que contiene dióxido de carbono, por lo que el primer sólido (F1) absorbe el dióxido de carbono, con un dispositivo de calcinación (24) según una de las reivindicaciones anteriores, con un conducto de suministro (31) desde el carbonatador (27) a un canal de separación (42) del dispositivo de calcinación (24), estando conectados los dos canales de calentamiento (46, 47) a un conducto de suministro (23) común, mediante el cual es conducido el segundo sólido (F2) calentado desde la cámara de combustión (21), y con al menos un canal de evacuación de gas (36, 37) que desemboca en el canal de separación (42) del dispositivo de calcinación (24) y a través del cual el dióxido de carbono liberado por el calentamiento del primer sólido (F1) es evacuado de la carcasa (40) del dispositivo de calcinación (24).

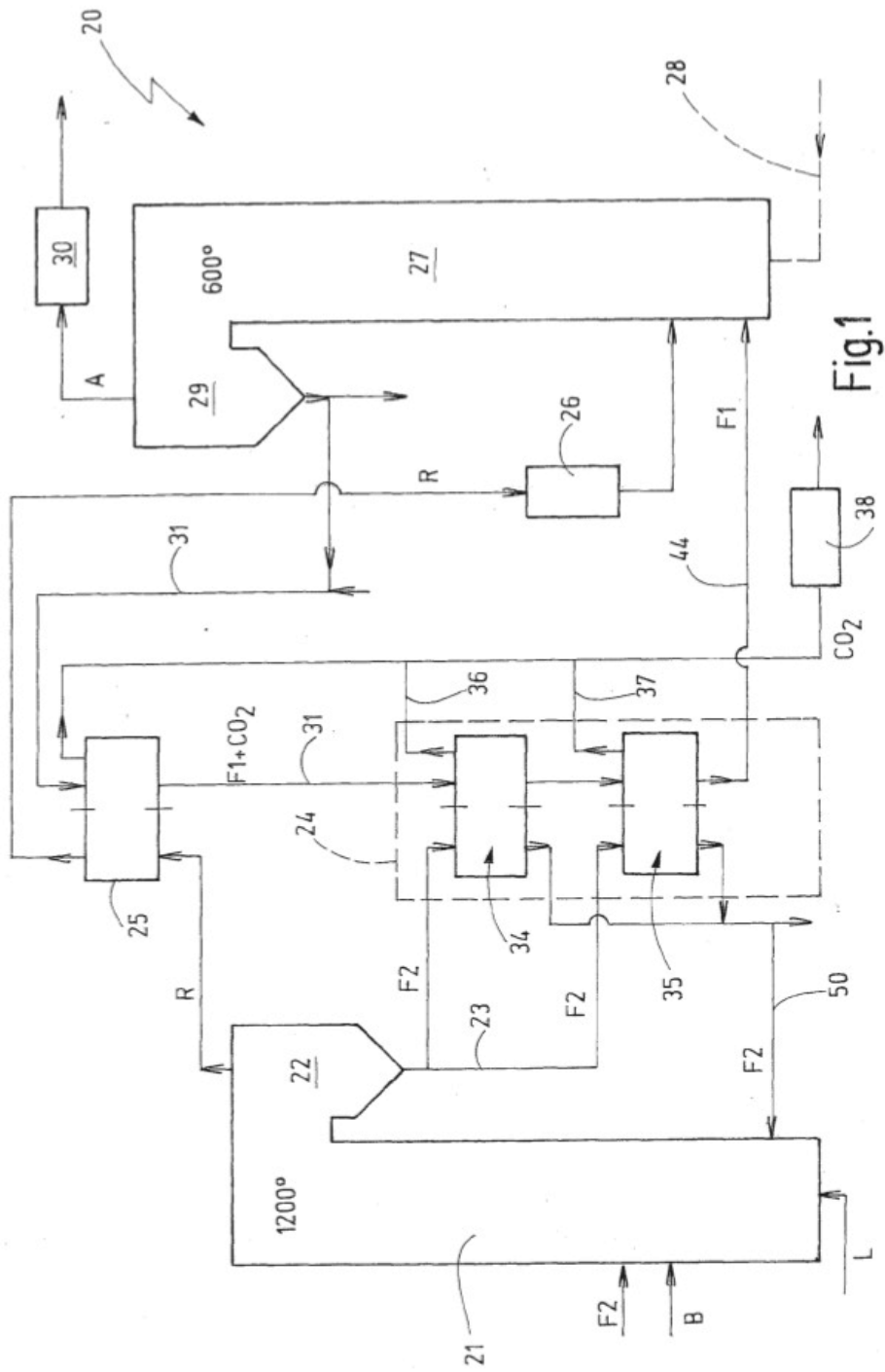


Fig.1

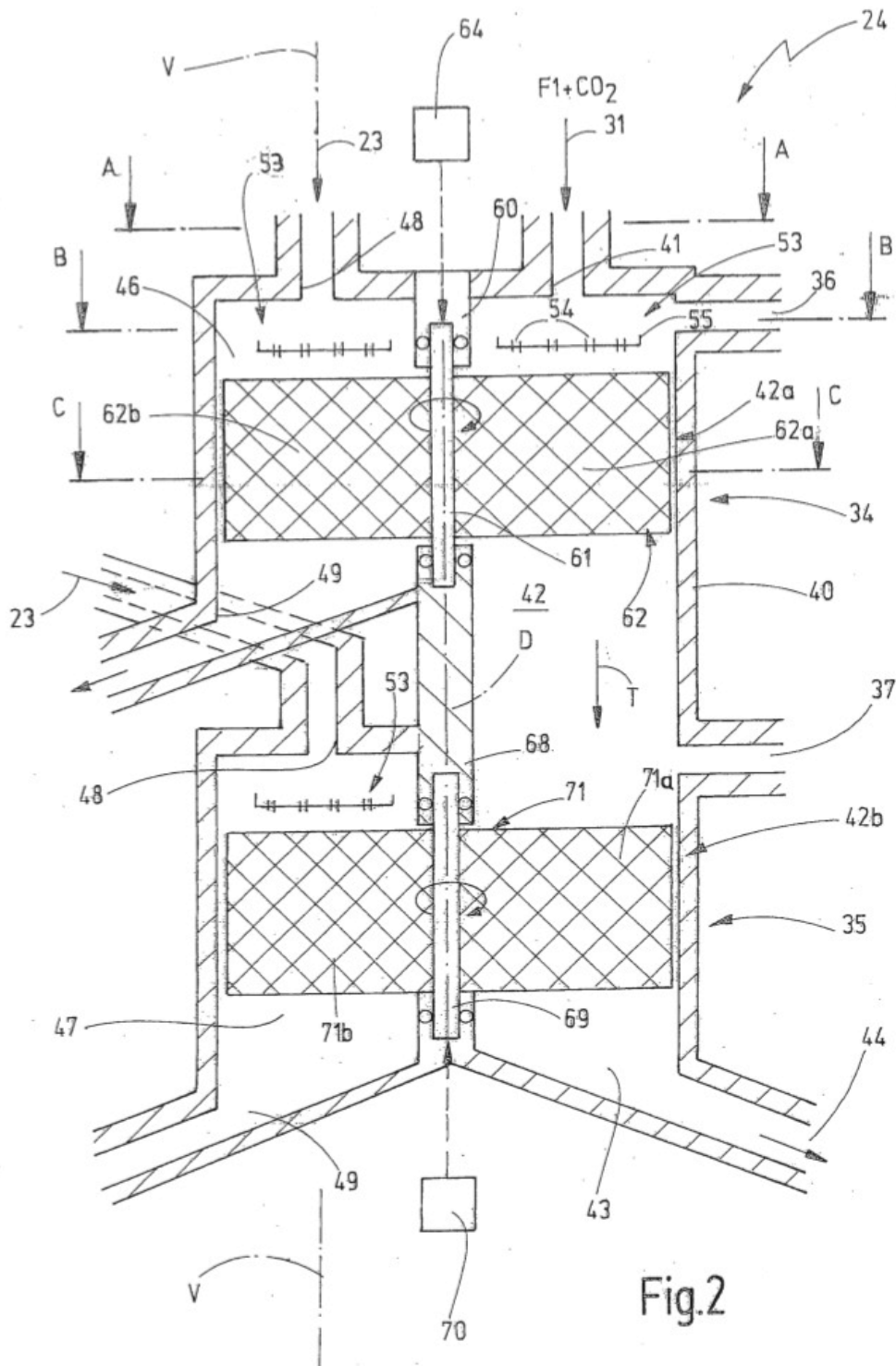
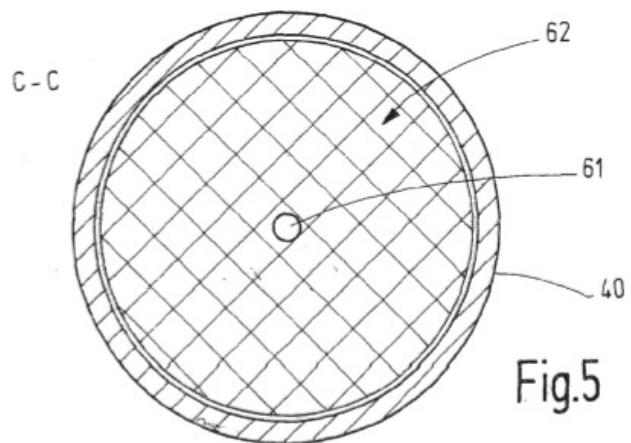
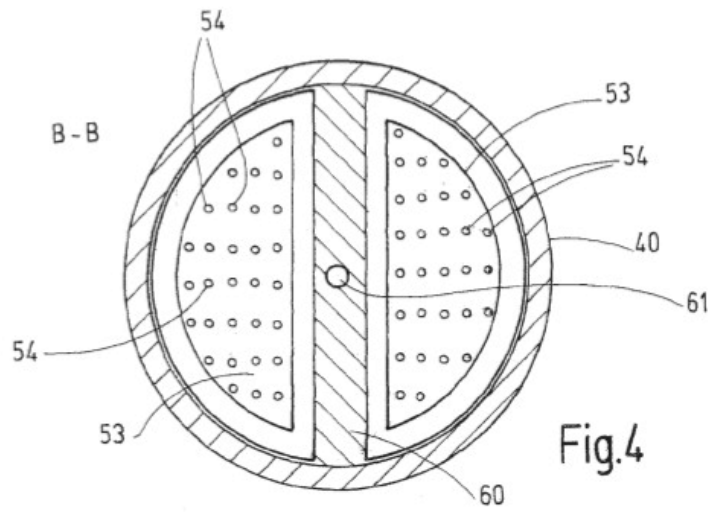
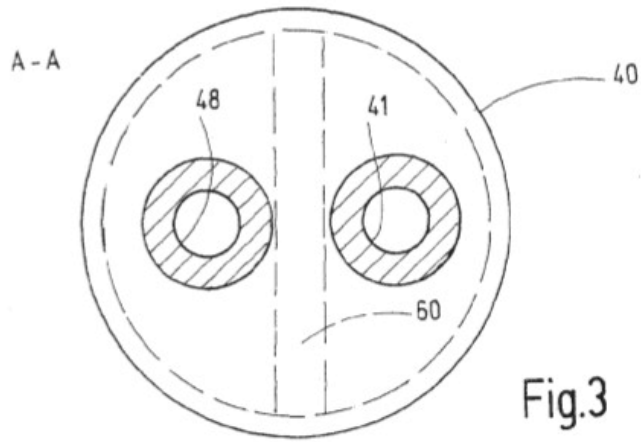
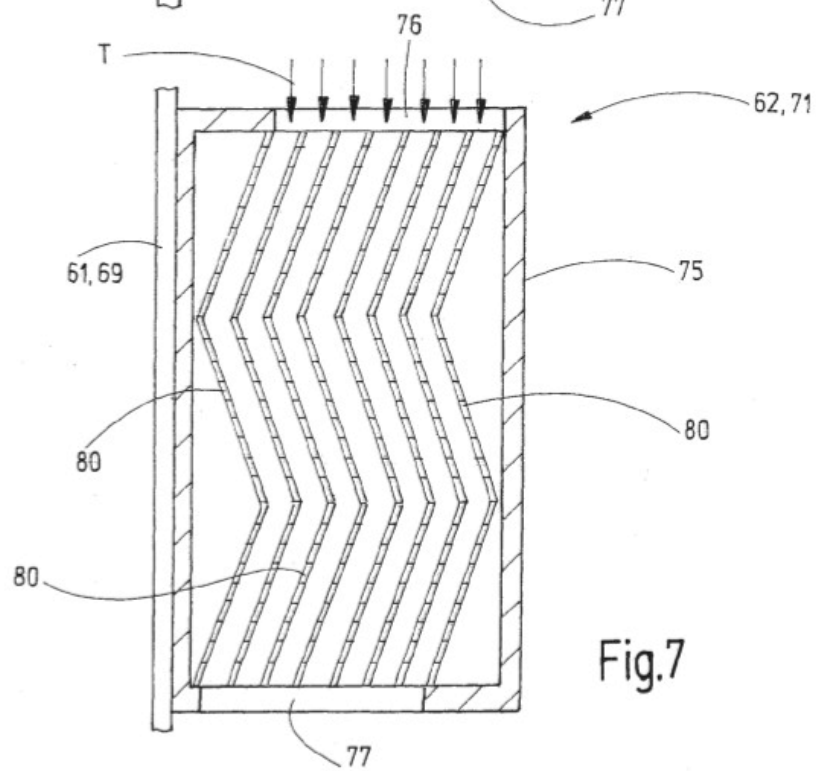
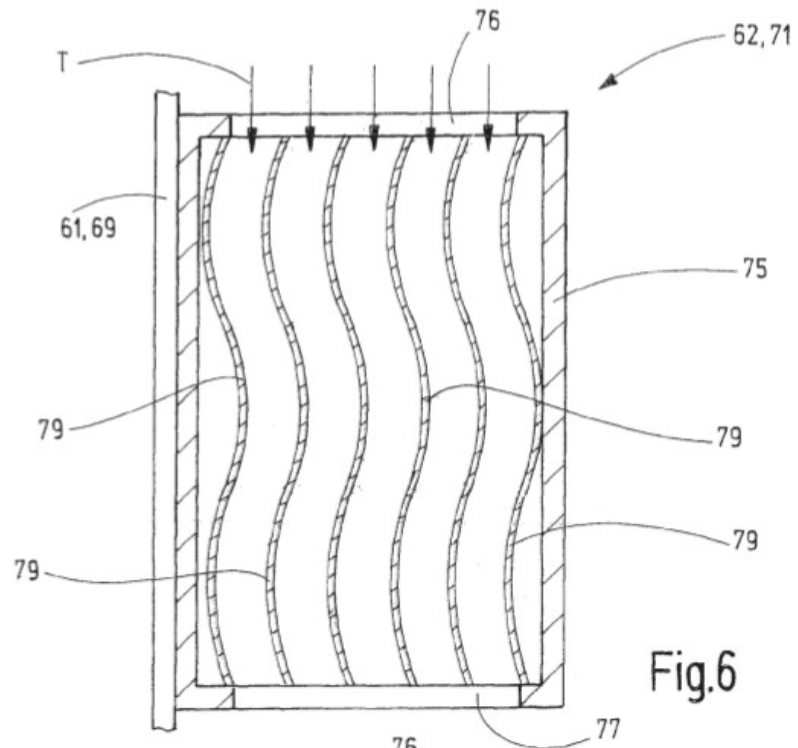
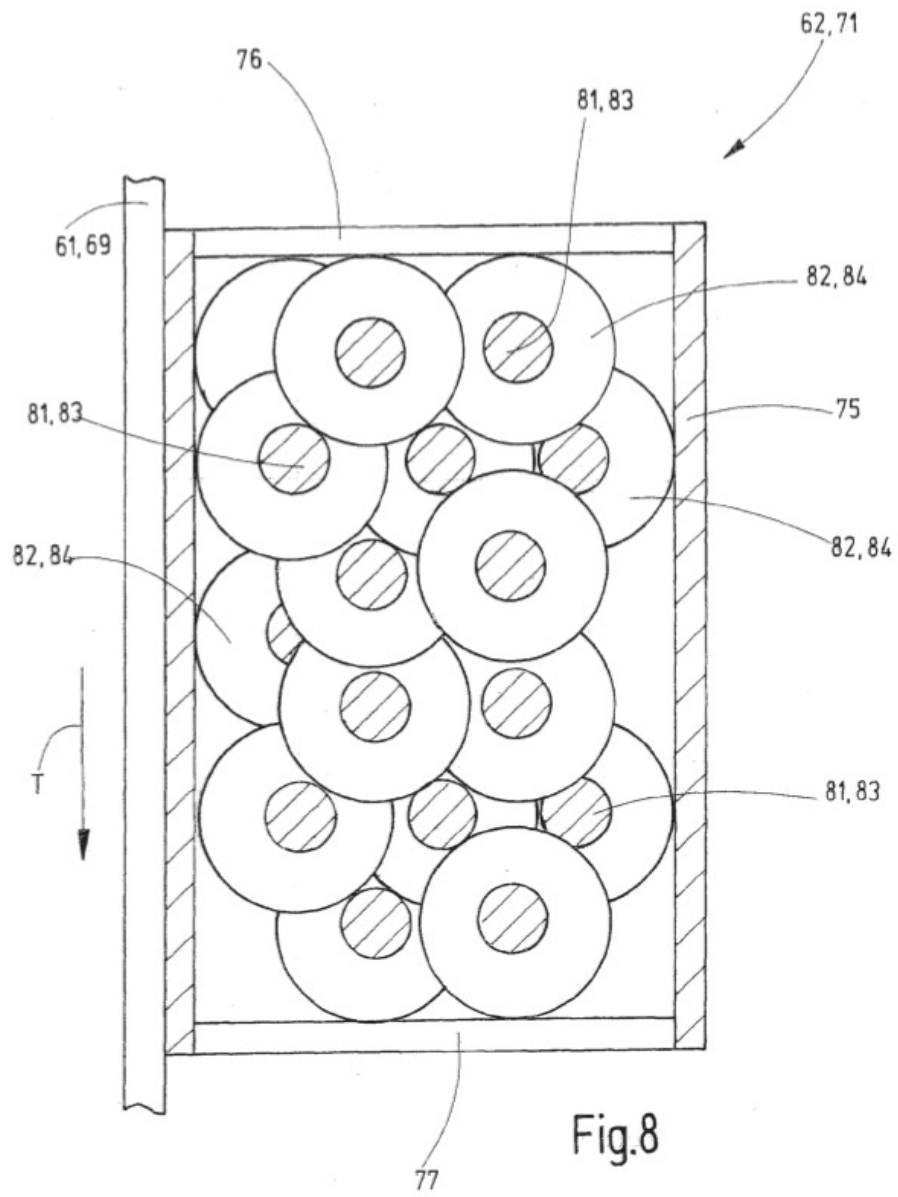


Fig.2









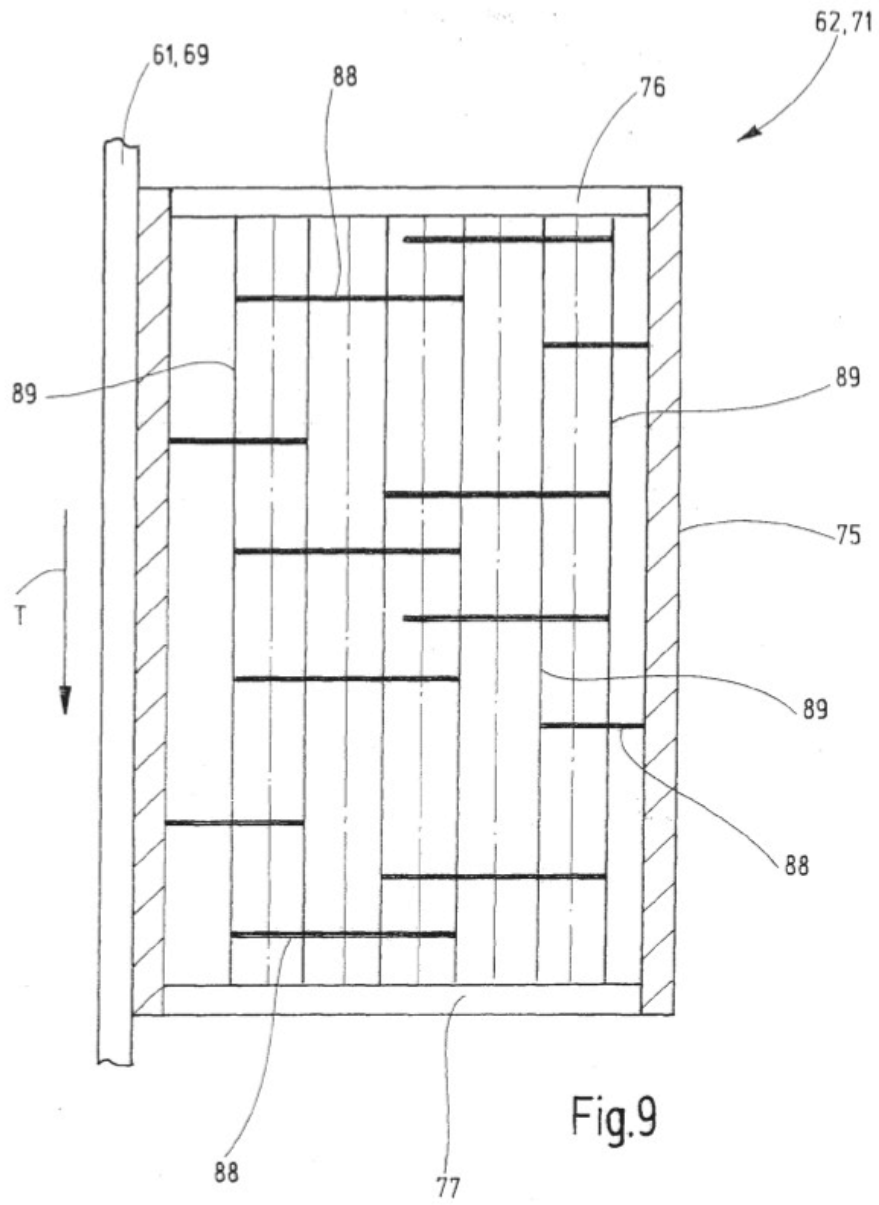
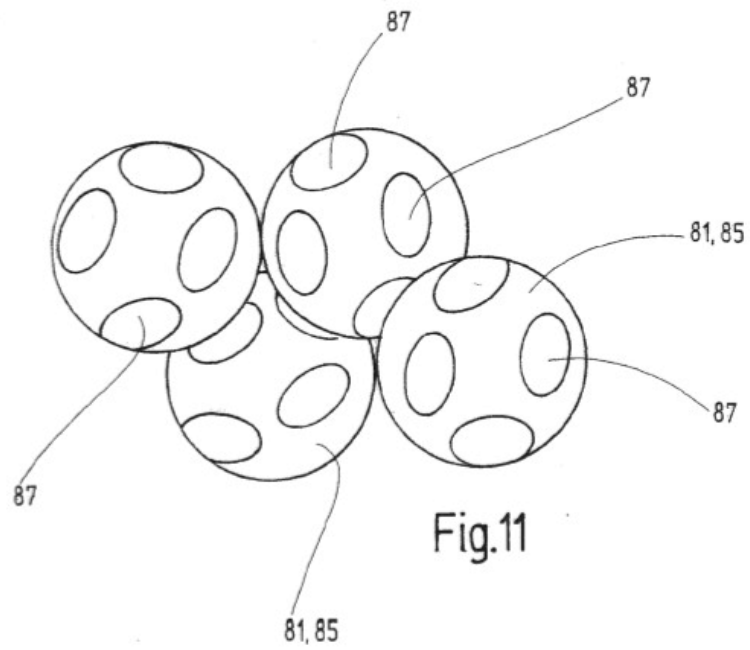
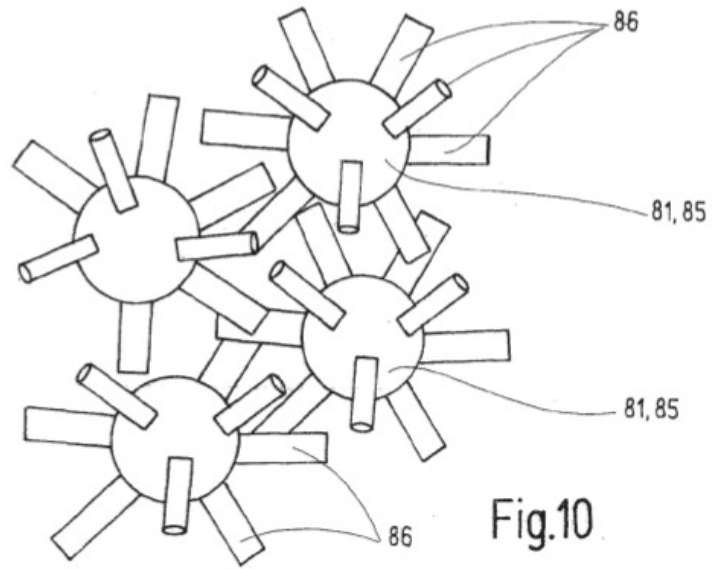


Fig.9



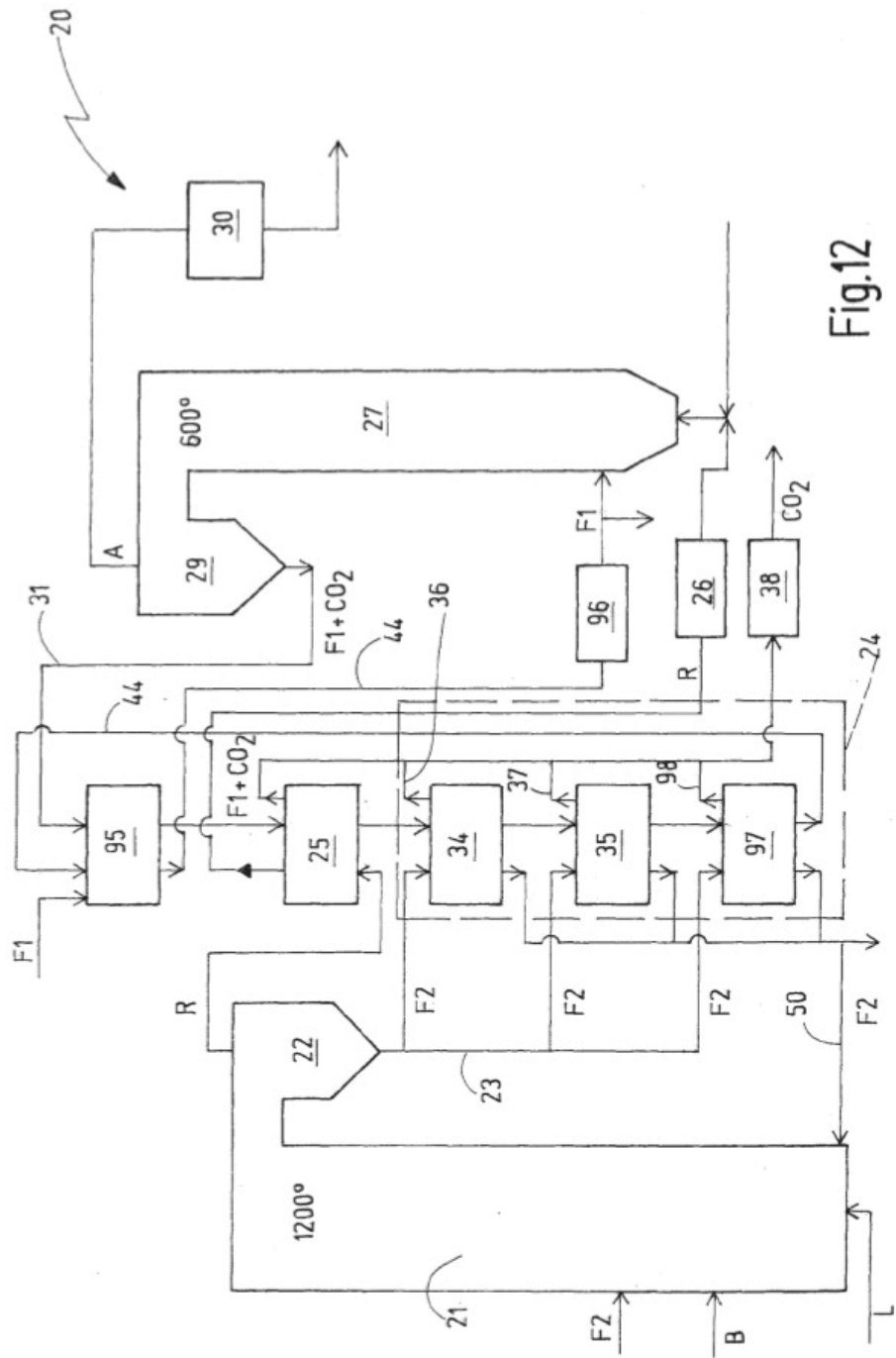


Fig.12