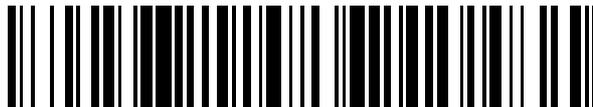


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 483 723**

51 Int. Cl.:

F23C 10/00 (2006.01)

F23G 5/033 (2006.01)

F23G 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2008 E 08305077 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 2107302**

54 Título: **Procedimiento para usar una instalación para quemar materiales carbonosos e instalación relacionada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2014

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
BROWN BOVERI STRASSE 7
5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

**MAGHDISSIAN, LAURENT;
SEMEDARD, JEAN-CLAUDE;
GAUVILLE, PIERRE y
BEAL, CORINNE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 483 723 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para usar una instalación para quemar materiales carbonosos e instalación relacionada.

La invención se refiere a un procedimiento para usar una instalación para quemar materiales sólidos carbonosos y la instalación relacionada, para producir electricidad y/o vapor. Los materiales sólidos pueden ser combustibles fósiles tales como carbón, por ejemplo, residuos o biomasa y se inyectan en una cámara de combustión, por ejemplo una cámara de combustión de lecho fluidizado.

Dicha instalación para quemar materiales carbonosos se describe en el documento de patente francesa FR 2 850 156. Esta instalación incluye un reactor para reducir óxidos, un primer ciclón, un reactor para oxidar óxidos, un segundo ciclón, intercambiadores para controlar la temperatura de los óxidos que circulan e intercambiadores para recuperación de calor de gases de chimenea. En la instalación circulan óxidos que se reducen y después se oxidan en los dos reactores. Según esta técnica anterior, el material combustible sólido se muele antes de que entre en el reactor de reducción de óxidos y en el caso de carbón el diámetro medio de partícula es menor que 500 μm . Los óxidos se reducen poniéndolos en contacto con el combustible que reacciona con el oxígeno liberado por los óxidos y después se oxidan por contacto con aire que regenera los óxidos. Los óxidos presentan un intervalo de tamaño de partícula de 50 a 500 μm y una densidad de 2.000 a 7.000 kg/m^3 .

De hecho, por el procedimiento de trituración y razones termodinámicas, el diámetro medio de las partículas de carbón que entran es aproximadamente 300 μm en cámaras de combustión de lecho fluidizado convencionales. Esto conduce a un diámetro de partícula de circulación de aproximadamente 150 μm .

Este tipo de instalación para combustión de materiales sólidos carbonosos que opera a presión atmosférica con captura integrada de dióxido de carbono no requiere separación previa de aire. Debido a la simplicidad y la compactación de este sistema, los costes de captura de dióxido de carbono se pueden reducir al tiempo que se proporciona una producción de vapor para generar electricidad.

Las partículas sólidas a la salida del primer ciclón asociado al reactor de reducción, que consisten en partículas de óxidos y de residuos carbonosos, pasan por un recipiente con cierre y se dirigen después a un dispositivo para retirar los residuos carbonosos. Este dispositivo de eliminación está fluidificado mediante vapor. Con esta fluidificación, las partículas finas y ligeras tales como los residuos carbonosos se pueden separar y re-introducir en el reactor de reducción, mientras las partículas más densas y más grandes de óxido son transferidas al reactor de oxidación.

Este dispositivo de eliminación que es un separador contiene una tilbe interna formada con una pared integral con la tapa del separador y dejando un espacio de flujo en el fondo de la última y que forma dos compartimentos en el paso de los sólidos fluidizados con un cierre de presión proporcionado por la altura de los sólidos fluidizados entre los dos compartimentos. La fluidización de cada compartimento está controlada independientemente por dos entradas de vapor, para obtener el campo de velocidad deseado para separar los óxidos y los residuos carbonosos en el primer compartimento así como la transferencia de los óxidos al segundo compartimento. Por encima del primer compartimento, un conducto de ventilación lleva los residuos carbonosos transportados por el vapor de vuelta al reactor de reducción.

Este separador es una barrera de carbono en la instalación, esencial para capturar dióxido de carbono que es un gas de invernadero que debería estar sometido a restricciones de las emisiones.

El objeto del documento de patente internacional WO 2007/113016 es aumentar el rendimiento de esta barrera mejorando dicho separador. Mediante el separador sólido descrito en este documento, mejora el fenómeno de la segregación, al tiempo que aumenta el tiempo para tratar los materiales sólidos en el primer compartimento y mantener un separador de tamaño limitado.

El documento de patente francesa FR 2 895 413 describe una instalación para conversión de aceite hidrocarbonado que comprende un recinto en que tiene lugar craqueo catalítico de hidrocarburos en presencia de partículas catalíticas en una fase fluidificada y un regenerador para regenerar las partículas por la combustión de coque. Esta instalación no permite una separación de manera satisfactoria de residuos carbonosos y óxidos.

El objeto de la invención es mejorar dicha instalación para que se obtenga una separación más fácil de residuos carbonosos y óxidos y para asegurar que no se envíen residuos carbonosos al reactor para oxidar óxidos. Esto se obtiene usando un tamaño de partícula de carbón no convencional para conducir a un requerimiento de eficacia menor en el separador de carbono y conseguir después la captura de dióxido de carbono.

Para hacer esto, la invención se refiere a un procedimiento para usar una instalación en que circula al menos un óxido que se reduce y después se oxida en cada uno de los dos reactores e incluye un primer reactor para reducir óxido en que entra un material de combustible sólido molido y óxido, un primer dispositivo de separación que recibe sólidos ocluidos de este reactor para reducir óxido, un separador de carbono instalado a la salida de este primer dispositivo de separación para enviar las partículas carbonosas al reactor para reducir óxido y el óxido a un segundo reactor para oxidar óxido y un segundo dispositivo de separación que recibe sólidos ocluidos de este reactor para

oxidar óxido, en el que el diámetro de partícula promedio del material combustible sólido que entra se controla para que sea diferente del diámetro medio de partícula del óxido que entra, con una proporción de diámetros medios de partícula relativos de al menos dos.

El material combustible sólido es preferiblemente carbón.

- 5 Dicho óxido puede ser óxido de metal. Puede ser piedra caliza también.

El óxido de metal puede estar basado en hierro, níquel, alúmina o una mezcla de los mismos.

Según la invención, el diámetro medio de partícula del material combustible sólido que entra es mayor que el diámetro medio de partícula del óxido que entra.

- 10 El diámetro medio de partícula del material combustible sólido que entra es preferiblemente igual a aproximadamente 500 μm .

Según una realización no cubierta por el alcance de protección de la invención, el diámetro medio de partícula del material combustible sólido que entra es menor que el diámetro medio de partícula del óxido que entra.

El tamaño reducido de las partículas de combustible sólido permite una combustión más completa y más rápida. El reactor para reducir óxido puede ser por consiguiente de menor tamaño.

- 15 Ventajosamente, el diámetro medio de partícula del material combustible sólido que entra es igual a aproximadamente 50 μm .

La invención se refiere también a una instalación para implantar el procedimiento, en la que dicho primer dispositivo de separación es un ciclón de baja eficacia y que comprende otro dispositivo de separación conectado a la salida de las partículas más finas de este primer dispositivo de separación.

- 20 Según una realización preferida, dicho primer dispositivo de separación presenta tal eficacia que el diámetro medio de partícula de la fracción de las partículas más finas que escapa de este primer dispositivo de separación es aproximadamente igual a dicho diámetro medio de partícula del material combustible sólido que entra.

Según la invención, el otro dispositivo de separación es un ciclón de separación.

- 25 Según la invención, dicho primer dispositivo de separación es un ciclón de separación. En una realización no cubierta por el alcance de protección de la invención, puede ser un separador mecánico por impacto también.

La instalación puede comprender un dispositivo de enfriamiento de sólidos implantado en medio del primer dispositivo de separación y dicho otro ciclón de separación.

La invención se describe a partir de ahora con más detalle con la figura que sólo ilustra realizaciones preferidas de la invención.

- 30 La figura 1 es una vista esquemática de una instalación según una primera realización de la invención.

La figura 2 es una vista esquemática de una instalación según una segunda realización de la invención.

- 35 Como se muestra en la figura 1, una instalación para quemar materiales sólidos carbonosos, para producir electricidad y /o vapor, según la invención, en que circula al menos un óxido, preferiblemente una mezcla de óxidos, ventajosamente óxido de metales, que se reduce y después se oxida, incluye un primer reactor 1 para reducir óxidos en que entra un material E1 combustible sólido molido y óxidos E2, un primer ciclón 2 de separación que se alimenta con sólidos ocluidos de este reactor para reducir óxidos, un separador 3 de carbono instalado a la salida de este primer ciclón para enviar las partículas carbonosas al reactor para reducir los óxidos 1 y los óxidos en un segundo reactor 4 para oxidar los óxidos fluidizados por aire 13 y un segundo ciclón 5 de separación que se alimenta con sólidos ocluidos del reactor para oxidar óxidos.

- 40 La instalación comprende dos pasos 11, 12 posteriores, contenido intercambiadores de recuperación para los gases de chimenea y para el aire, cada uno dedicado a uno de los reactores.

- 45 Según la invención, el diámetro medio de partícula del material E1 combustible sólido que entra se controla para que sea menor que el diámetro medio de partícula de los óxidos E2 que entran y más precisamente el diámetro medio de partícula del material E1 combustible sólido que entra es al menos dos veces menor que el diámetro medio de partícula de los óxidos E2 que entran.

Ventajosamente, el diámetro medio de partícula del material E1 combustible sólido que entra es igual a aproximadamente 50 μm y el material combustible sólido es preferiblemente carbón.

El reactor 1 para reducir óxidos se fluidiza por una mezcla A1 de vapor y gas de chimenea reciclado. Después de

reducción en el reactor 1 para reducir los óxidos, los óxidos entran en el primer ciclón 2 en que las partículas sólidas de óxidos se separan de los residuos carbonosos y los gases de combustión, que consisten en CO₂, SO₂ y vapor.

5 Según la invención, el primer ciclón 2 de separación es un ciclón de baja eficacia y la instalación comprende otro aparato 6 de separación de alta eficacia conectado a la salida superior de este primer ciclón 2 y que es preferiblemente un ciclón de separación también.

El primer ciclón 2 de separación tiene tal eficacia que el diámetro medio de partícula de la corriente superior que escapa de este primer ciclón de separación es aproximadamente igual a dicho diámetro medio de partícula del material E1 combustible sólido que entra, es decir, igual a aproximadamente 50 µm.

10 Un dispositivo 10 de enfriamiento de sólidos es implantado en medio del primer ciclón 2 de separación y el otro ciclón 6 de separación.

Las cenizas volantes y los gases de combustión entran después en los intercambiadores de calor contenidos en el paso 11 posterior, los ciclones 2 y 6 aguas abajo.

15 Los sólidos que salen del primer ciclón 2, que consisten principalmente en óxidos, entran en un recipiente 8 de cierre desde el que se alimenta una primera porción al primer reactor 1 para reducir los óxidos y una segunda porción se alimenta al separador 3 para separar el residuo que contiene carbono. El recipiente de cierre se puede fluidizar por vapor y/o gas de chimenea reciclado.

20 El separador 3 se fluidiza por vapor y/o gas de chimenea reciclado, que aparta las partículas finas y ligeras, tales como el residuo que contiene carbono, que se alimenta al primer reactor 1 para reducir los óxidos, al tiempo que se alimentan las partículas de óxidos más densas y más grandes al segundo reactor 4 para oxidación. Preferiblemente, el separador 3 sólido es del tipo de separador descrito en el documento de patente internacional WO 2007/113016.

Después de oxidación en el segundo reactor 4 para oxidar los óxidos, los óxidos y el aire empobrecido entran en el ciclón 5, en que las partículas sólidas de óxidos se separan de los gases, que consisten en esencialmente N₂ y O₂.

25 Las partículas sólidas de óxidos extraídas del fondo del segundo ciclón 5 entran en un recipiente 9 de cierre desde el que se transfiere una primera porción al fondo del segundo reactor 4 para oxidar los óxidos, se recircula una segunda porción al fondo del primer reactor 1 para reducir los óxidos y se envía una tercera porción a un lecho 7 externo fluidizado por aire donde se implantan intercambiadores de calor y finalmente se alimentan al segundo reactor 4 para oxidar los óxidos. El recipiente de cierre se puede fluidizar con aire comprimido. El ciclo completo de las diversas reacciones se describe a continuación.

30 El combustible E1 molido sólido se inyecta al primer reactor 1 para reducir los óxidos, que contiene un lecho circulante de óxidos a una temperatura alta de 700°C a 1.150°C. Según la invención, se muele preferiblemente carbón con un diámetro medio de partícula igual a aproximadamente 50 µm. El intervalo de tamaño de partícula del combustible evita la acumulación de ceniza gruesa en el fondo del primer reactor 1 para reducir los óxidos, que se tiene que extraer y produce casi 100% de cenizas volantes. Por lo tanto, no se acumula ceniza en el lecho circulante de óxidos más gruesos, que se recoge por el primer ciclón 2.

35 Se inyectan óxidos E2 de metales al primer reactor 1 para reducir los óxidos también. Según la invención, es preferiblemente óxidos de metales con un diámetro medio de partícula igual a o mayor que 100 µm.

Los materiales volátiles se liberan muy rápidamente después de calentamiento del combustible y reaccionan con el oxígeno desprendido por los óxidos para conseguir la combustión parcial que continúa con la combustión del carbono fijado.

40 Se hacen circular los sólidos después en el primer ciclón 2 de separación que presenta tal eficacia que el diámetro medio de partícula de los sólidos que escapan de este primer ciclón de separación es aproximadamente igual a 50 µm. Estos sólidos están constituidos principalmente por residuos carbonosos.

45 Esta fracción superior de los sólidos que está constituida por carbono, se hace circular al otro ciclón 6 de separación instalado en serie con el primero 2, para separar los sólidos de los gases y re-introducir los materiales carbonosos al primer reactor 1 para reducir los óxidos.

Una primera separación de los residuos carbonosos de los óxidos de metales se obtiene mediante la serie del primer ciclón 2 de baja eficacia y el otro ciclón 6 de separación.

50 La fracción menor de sólidos a la salida del primer ciclón 2 se extrae en el fondo del recipiente 8 de cierre que se tiene que limpiar de los residuos que contienen carbono en el separador 3 de sólidos y se alimenta después al segundo reactor 4 para oxidar los óxidos para que se oxiden por el oxígeno en la atmósfera de aire.

Los óxidos entran en el segundo reactor 4 para oxidar los óxidos y se regeneran después de entrar en el segundo reactor 4 para oxidar los óxidos se alimentan parcialmente al primer reactor 1 para reducir los óxidos para empezar

un nuevo ciclo de transporte de oxígeno del segundo reactor 4 para oxidar los óxidos al primer reactor 1 para reducir los óxidos. La cantidad de óxidos alimentados al primer reactor 1 para reducir los óxidos está controlada por una válvula de control de caudal de sólidos (no mostrado).

El dispositivo también puede ser presurizado.

- 5 El aire empobrecido en oxígeno se enfría en intercambiadores y se desempolva por un filtro de bolsa antes de que se descargue a la atmósfera.

10 Como se muestra en la figura 2, una instalación para quemar materiales sólidos carbonosos, para producir electricidad y/o vapor, según la invención, en que circula al menos un óxido, preferiblemente una mezcla de óxidos, ventajosamente óxidos de metales, que se reduce y después se oxida, incluye un primer reactor 1 para reducir óxidos en que entra un material E1 combustible sólido molido y óxidos E2, un primer ciclón 20 de separación que se alimenta con sólidos ocluidos de este reactor para reducir óxidos, un separador 3 de carbono instalado a la salida de este primer ciclón para enviar las partículas carbonosas al reactor para reducir los óxidos 1 y los óxidos a un segundo reactor 4 para oxidar los óxidos fluidizados por aire 13 y un segundo ciclón 5 de separación que se alimenta con sólidos ocluidos del reactor para oxidar los óxidos.

- 15 La instalación comprende dos pasos 11, 12 posteriores, que contienen intercambiadores de recuperación para los gases de chimenea y para el aire, cada uno dedicado a uno de los reactores.

Esta instalación es del tipo de instalación conocida descrita en el documento de patente francesa FR 2 850 156.

20 Según la invención, el diámetro medio de partícula del material E1 combustible sólido que entra controlado para que sea mayor que el diámetro medio de partícula de los óxidos E2 que entran y más precisamente el diámetro medio de partícula del material E1 combustible sólido que entra es al menos dos veces mayor que el diámetro medio de partícula de los óxidos E2 que entran.

25 El combustible E1 molido sólido se inyecta al primer reactor 1 para reducir los óxidos, que contiene un lecho circulante de óxidos a una temperatura alta. Según la invención, se muele preferiblemente carbón con un diámetro medio de partícula igual a aproximadamente 500 μm . El intervalo de tamaño de partícula del combustible asegura la acumulación de combustible sólido en el fondo del primer reactor 1 para reducir los óxidos y su mayor tiempo de contacto en este reactor 1 y los sólidos que salen del reactor están constituidos esencialmente por óxidos, que se recoge en el primer ciclón 20 convencional.

30 La separación de los residuos carbonosos de los óxidos de metales se obtiene convencionalmente por la disposición de ciclón 20, recipiente 8 de cierre y finalmente separador 3 de sólidos, que recibe una pequeña proporción de combustible sólido y que conduce a un requerimiento de eficacia de separación inferior.

Mediante la invención, no se transfiere residuo que contiene carbono al segundo reactor 4 para oxidar óxidos. Es muy importante debido a que dicha transferencia conduciría a la producción exotérmica de CO₂, que se descargaría después a la atmósfera.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para usar una instalación en que circula al menos un óxido, en la que al menos dicho óxido se reduce y después se oxida en cada uno de los dos reactores (1,4), incluyendo la instalación un reactor (1) para reducir óxido en que entra un material (E1) combustible sólido molido y óxido (E2), un dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia que recibe sólidos con carbono ocluido del reactor (1) para reducir óxido, haciéndose circular la fracción superior de los sólidos de carbono a la salida de las partículas más finas del dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia a un dispositivo (6) de ciclón de mayor eficacia, para separar los sólidos de carbono de los gases y reintroducir los materiales carbonosos al reactor (1) para reducir óxido, un separador (3) de carbono instalado a la salida del dispositivo (2) de ciclón de separación de menor eficacia para enviar las partículas carbonosas al reactor (1) para reducir óxido y el óxido a un reactor (4) para oxidar óxido y un dispositivo (5) de separación que recibe sólidos ocluidos del reactor (4) para oxidar óxido, controlándose el diámetro medio de partícula del material (E1) combustible sólido que entra para que sea al menos dos veces menor que el diámetro medio de partícula del óxido (E2) que entra.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el material (E1) combustible sólido es carbón.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el óxido (E2) es óxido de metal.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el diámetro medio de partícula del material (E1) combustible sólido que entra es igual a aproximadamente 50 µm.
5. Instalación para implantar el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende un reactor (1) para reducir óxido en que entra un material (E1) combustible sólido molido y óxido (E2), caracterizándose la instalación por que comprende un dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia que recibe sólidos de carbono ocluido del reactor (1) para reducir óxido, haciéndose circular la fracción superior de los sólidos de carbono a la salida de las partículas más finas del dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia a un dispositivo (6) ciclón de mayor eficacia, para separar los sólidos de los gases y re-introducir los materiales carbonosos en el reactor (1) para reducir óxido, un separador (3) de carbono instalado a la salida del dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia para enviar las partículas carbonosas al reactor (1) para reducir óxido y el óxido a un reactor (4) para oxidar óxido y un dispositivo (5) de separación que recibe sólidos ocluidos del reactor (4) para oxidar óxido.
6. Instalación según la reivindicación 5, caracterizada por que el dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia tiene tal eficacia que el diámetro medio de partícula de la fracción de las partículas más finas que escapan del dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia es aproximadamente igual a dicho diámetro medio de partícula del material (E1) combustible sólido que entra.
7. Instalación según la reivindicación 5 ó 6, caracterizada por que comprende un dispositivo (10) de enfriamiento de sólidos implantado en medio del dispositivo (2) de ciclón de menor eficacia y el dispositivo (6) de ciclón de mayor eficacia.

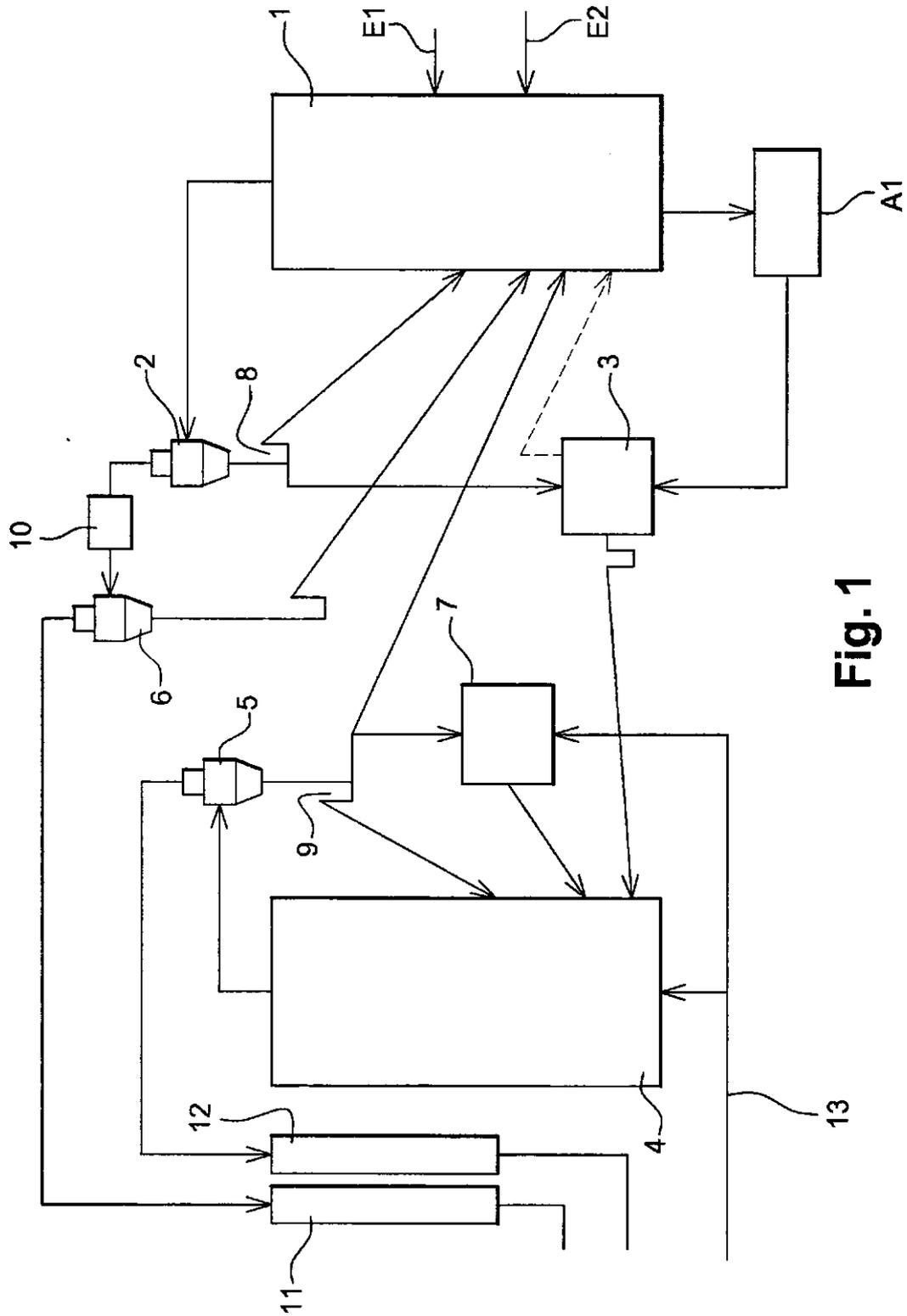


Fig. 1

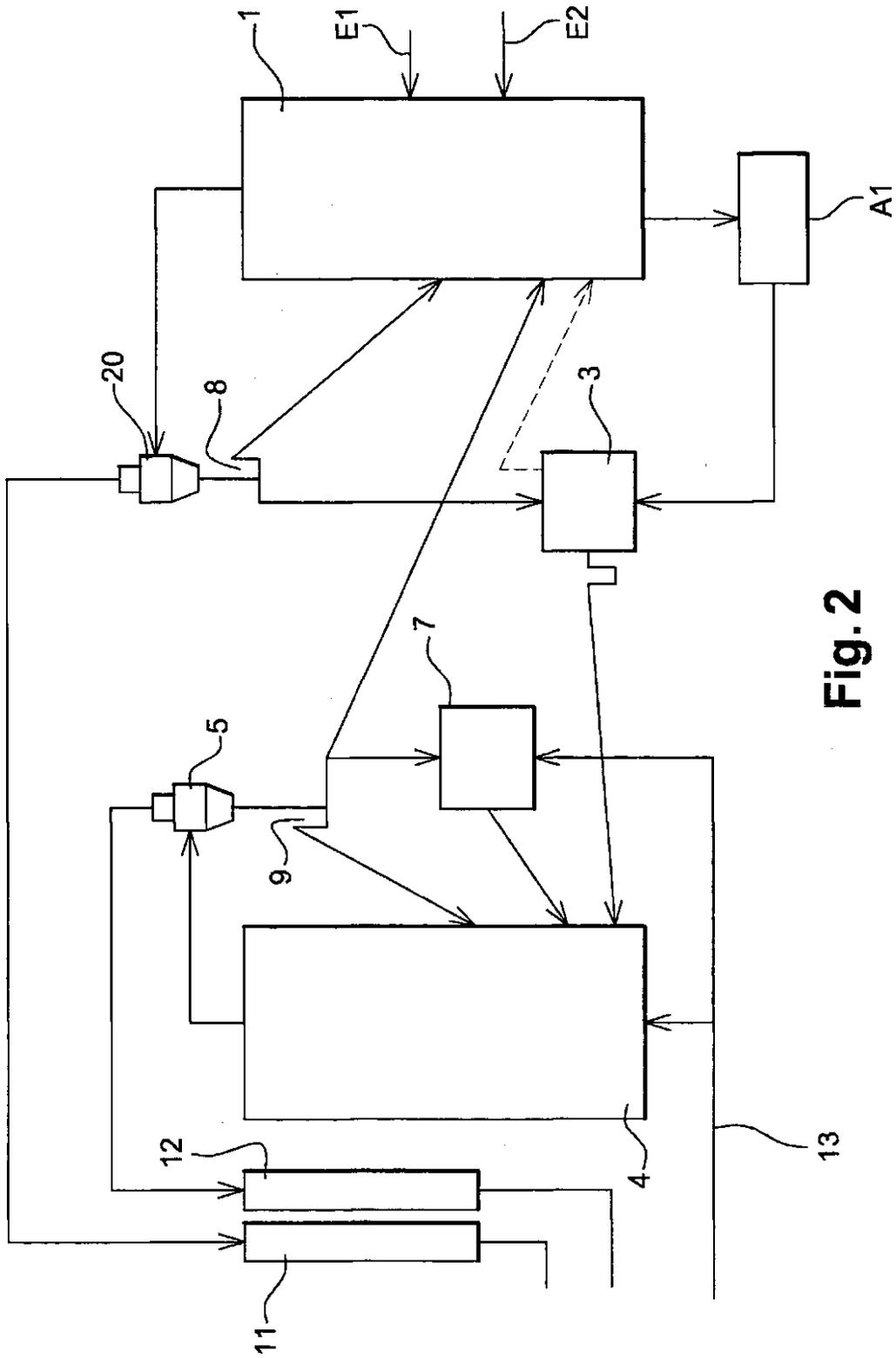


Fig. 2