



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 311 971**

51 Int. Cl.:

F27B 7/20 (2006.01)

C04B 7/36 (2006.01)

C04B 7/43 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05707552 .5**

96 Fecha de presentación : **21.02.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1735576**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.2006**

54

Título: **Instalación y procedimiento para la fabricación de clinker de cemento.**

30

Prioridad: **16.04.2004 DE 10 2004 018 571**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2009

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2009

73

Titular/es: **POLYSIUS Aktiengesellschaft**
Graf-Galen-Strasse 17
59269 Beckum, DE

72

Inventor/es: **Erpelding, Richard y**
Driemeier, Günter

74

Agente: **Toro Gordillo, Ignacio María**

ES 2 311 971 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).

ES 2 311 971 T3

DESCRIPCIÓN

Instalación y procedimiento para la fabricación de clinker de cemento.

5 La invención se refiere a una instalación así como a un procedimiento para la fabricación de clinker de cemento, precalentándose harina cruda en un intercambiador de calor y cociéndose en un horno para obtener clinker de cemento.

En el horno se forman entre otras cosas, debido a las altas temperaturas de la llama que reinan en el mismo, óxidos de azufre y óxidos nítricos que deben eliminarse de los gases de escape.

10 Por el documento DE-A-196 49 922 se conoce un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento térmico de material de grano fino, consiguiéndose una reducción de los óxidos nítricos mediante la alimentación controlada de harina cruda desde la segunda y la tercera etapas de precalentamiento desde abajo al interior de la cámara de reacción del calcinador.

15 En el documento DE-A-100 11 327 se describe un procedimiento para la desulfuración y desnitrificación simultánea sin la formación de sulfato de amonio o hidrogenosulfato de amonio, en el que se produce la descomposición de NO_x en N_2 y H_2O . El tratamiento de los gases de escape que contienen óxidos de azufre y óxidos nítricos se realiza en un dispositivo que está equipado con un catalizador fijo y está dispuesto en la dirección de flujo de los gases de escape aguas abajo del intercambiador de calor.

20 La invención se basa ahora en el objetivo de mejorar adicionalmente la depuración catalítica de gases de escape en una instalación o un procedimiento para la fabricación de clinker de cemento.

25 Según la invención este objetivo se soluciona mediante las características de las reivindicaciones 1 u 11.

La instalación según la invención para la fabricación de clinker de cemento está compuesta esencialmente por un intercambiador de calor para precalentar harina cruda, un horno para cocer completamente el clinker de cemento, fluyendo los gases de escape del horno a través del intercambiador de calor, un catalizador que está dispuesto en la dirección de flujo de los gases de escape aguas abajo del intercambiador de calor, estando configurado el catalizador para una reacción de NO con CO, y medios para el análisis de los gases de escape aguas arriba y/o aguas debajo del catalizador. Además está previsto un calcinador para precalcinar la harina cruda precalentada.

30 En el procedimiento según la invención para la fabricación de clinker de cemento se precalienta harina cruda en un intercambiador de calor y se cuece en un horno para obtener clinker de cemento, fluyendo los gases de escape sucesivamente a través del intercambiador de calor y un catalizador, analizándose los gases de escape aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador. La harina cruda precalentada se precalcina además en un calcinador, es decir, el carbonato de calcio que está contenido en la harina cruda, se divide de manera térmica en óxido de calcio y CO_2 . Además el contenido en CO se adapta mediante las condiciones de combustión en el calcinador (4) y/o la adición de combustible adicional de manera controlada al catalizador (5).

35 Mediante una selección adecuada de las condiciones de combustión en el calcinador ya puede conseguirse en el mismo una reducción de los agentes contaminantes en el gas de escape, de modo que el catalizador puede configurarse para tasas de reducción inferiores.

40 Otras configuraciones de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Según una configuración preferida el calcinador presenta medios para la alimentación por etapas de combustible y/o medios para la alimentación por etapas de aire de combustión. Además es posible prever una cámara de combustión adicional en el calcinador a través de la que no fluyen los gases de escape del horno. Con estas medidas pueden ajustarse las condiciones de combustión en el calcinador de manera muy controlada y adaptarse a los combustibles utilizados.

45 Debido a que el catalizador está configurado para una reacción de NO con CO, el calcinador puede hacerse funcionar ventajosamente de modo que de manera aumentada esté contenido CO en el gas de escape. En el caso de un catalizador de este tipo se adapta de manera conveniente el contenido en CO mediante las condiciones de combustión en el calcinador y/o mediante la adición de combustible adicional de manera controlada al catalizador.

50 Además es posible introducir un agente reductor, especialmente un portador de amonio y/o un hidrocarburo, en la zona del calcinador y/o del intercambiador de calor. La cantidad del agente reductor que ha de introducirse se regula según el análisis de los gases de escape medidos aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador.

Otras configuraciones y ventajas de la invención se explican a continuación en más detalle mediante la descripción y el dibujo.

65 En el dibujo muestran

la figura 1, una representación esquemática de una instalación para la fabricación de clinker de cemento,

ES 2 311 971 T3

la figura 2, una representación esquemática en la zona del calcinador y

la figura 3, una representación esquemática de una instalación para la fabricación de clinker de cemento según otra variante.

5

La instalación está compuesta esencialmente por un intercambiador 1 de calor para precalentar harina 2 cruda, un horno 3 para cocer completamente el clinker de cemento, fluyendo los gases de escape del horno a través del intercambiador de calor, un calcinador 4 para precalcinar la harina cruda precalentada así como un catalizador 5 que está dispuesto en la dirección de flujo de los gases de escape aguas abajo del intercambiador de calor. Además están previstos medios 6 y 7 para el análisis de los gases de escape aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador 5.

10

El intercambiador 1 de calor presenta varias etapas 1a, 1b, 1c de ciclón dispuesta una por encima de otra, fluyendo la harina 2 cruda a través de las etapas de ciclón individuales de arriba abajo mientras que los gases 8 de escape (representados mediante líneas discontinuas) pasan por las etapas de ciclón de abajo arriba.

15

Opcionalmente la entrega de la harina 2 cruda puede realizarse a través de un deflector 9 de material para alimentar una parte de la harina cruda en la zona de la etapa 1a de ciclón más superior y una parte en la zona de la etapa 1b de ciclón situada por debajo de la misma. Con esta medida puede ajustarse o variarse de manera controlada la temperatura de los gases de escape que aguas abajo del intercambiador 1 de calor llegan al catalizador 5.

20

El catalizador se utiliza de manera conveniente para la reducción de CO y/o componentes orgánicos y/o de NH₃ y/u óxidos nítricos y/o para la conversión de SO₂ en SO₃.

25

El catalizador 5 puede disponerse en uno o varios niveles, pudiendo utilizarse placas planas y/o acanaladas. El catalizador puede formarse opcionalmente mediante un catalizador de V₂O₅/TiO/WO o mediante cristales naturales o sintéticos, especialmente con estructura de zeolita. El catalizador puede contener sin embargo también uno o una combinación de los elementos de los grupos Ib, IIb, IIIb, IVb, Vb, VIb, VIIb, VIIIb, del sistema periódico. También es concebible que los diferentes niveles del catalizador estén equipados con diferentes materiales de catalizador.

30

En hornos de cemento modernos el material se precalienta en intercambiadores de calor de ciclón. Esto tiene como consecuencia que el gas de escape aguas abajo del último ciclón tenga además de la componente de flujo axial una componente de flujo rotatorio. Para garantizar un flujo uniforme hacia el catalizador un rectificador 10 de flujo está conectado aguas arriba del catalizador 5 en la dirección de flujo de los gases de escape que homogeneiza el flujo de gas por la sección transversal y reduce en la medida de lo posible las componentes de velocidad radiales. Esto lleva a un aprovechamiento óptimo del espacio de catalizador existente y de este modo a una reducción del volumen de catalizador que ha de instalarse.

35

El catalizador 5 puede estar equipado además con un dispositivo no representado en más detalle que permite eliminar el polvo que se adhiere al catalizador.

40

Aguas abajo del catalizador está prevista además una torre 11 de refrigeración por evaporación.

El clinker de cemento cocido en el horno 3 se refrigera a continuación en un refrigerador 12 de clinker, pudiendo aprovecharse el aire 13 de escape del refrigerador de clinker (representado mediante líneas con trazos y puntos) como aire de combustión en el horno, calcinador y dado el caso para la mezcla con los gases de escape aguas abajo del intercambiador 1 de calor.

45

La figura 2 muestra una forma de realización posible del calcinador 4, en el que se precalcina la harina 2 cruda precalentada con adición de combustible. En el ciclón 1d de separación se separa la harina 2 cruda precalcificada del gas 8 de escape, fluyendo a continuación el gas de escape a través de las etapas 1c, 1b y 1a de ciclón, mientras que la harina 2 cruda precalcificada llega al horno 3 para cocerse completamente.

50

En algunos casos de aplicación, el calcinador presenta sólo un punto de cocción en el calcinador 42. Sin embargo es especialmente ventajoso cuando en combinación con este punto de cocción del calcinador están previstos un quemador 41 de entrada de horno y/u otros medios 42 y/o 43 para la adición por etapas de combustible. De este modo es posible una combustión por etapas en el calcinador. Así, por ejemplo, en la zona inferior del calcinador puede crearse una atmósfera reductora que contribuye a la reducción de NO_x.

55

Además, como aire de combustión se alimenta el aire 13 de escape del refrigerador de clinker. A este respecto, pueden preverse medios 44 y/o medios 45. En caso de que el aire de escape del refrigerador se alimente a través de dos puntos separados entre sí al calcinador, se habla de una alimentación por etapas del aire de combustión, por lo que las condiciones de combustión con válvulas de estrangulación correspondientes pueden ajustarse de una manera aún más controlada con respecto a la optimización del proceso.

60

La harina 2 cruda también puede alimentarse a través de uno o varios puntos 46 al calcinador. Mediante un fraccionamiento de la harina puede adaptarse especialmente la temperatura en el calcinador, para por ejemplo ajustar un margen de temperatura favorable para la reducción de NO_x.

65

ES 2 311 971 T3

Otra opción está representada por una cámara 47 de combustión adicional, a través de la cual no fluyen los gases de escape del horno 3. Esta cámara 47 de combustión adicional presenta medios 48 para la alimentación de combustible y medios 49 para la alimentación de aire de escape del refrigerador de clinker. Además al menos una parte de la harina 2 cruda precalentada se introduce en esta cámara de combustión adicional. Los gases de escape de esta cámara de combustión se alimentan conjuntamente con la harina cruda en el punto adecuado con los gases de escape del horno 3 rotativo tubular. Además pueden preverse medios 50 para introducir un agente reductor, especialmente un portador de amonio y/o un hidrocarburo, en la zona del calcinador y/o del intercambiador 1 de calor. La cantidad de agente reductor que va a introducirse se regula de manera conveniente conforme al análisis de los gases de escape medidos aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador.

Según una configuración especial de la invención, el catalizador se configura para una reacción de NO con CO. En este caso el contenido en CO en los gases de escape que fluyen a través del calcinador 5 se adapta mediante las condiciones de combustión en el calcinador y/o mediante la adición de combustible adicional de manera controlada al calcinador. El combustible adicional puede añadirse por ejemplo a través de medios 14 del aire 13 de escape del refrigerador 12 de clinker, desembocando el aire de escape del refrigerador de clinker mezclado con el combustible en una zona entre el intercambiador 1 de calor y el catalizador 5 en los gases de escape del precalentador 1.

Además en la dirección de flujo aguas arriba del catalizador puede disponerse aún una etapa 15 de separación para metales pesados.

Previendo un ventilador 16 entre el intercambiador 1 de calor y el catalizador 5 existe la posibilidad de desacoplar el sistema de horno del funcionamiento del catalizador con respecto a la presión.

En la figura 3 está descrita una instalación para la fabricación de clinker de cemento según otra variante de realización, en la que la instalación está equipada con una derivación. A través de la derivación se evacua una parte de los gases de escape del horno 3 aguas arriba del calcinador 4, se refrigera, se despolva y a continuación vuelve a añadirse a los gases de escape aguas arriba del catalizador. Para este fin están previstos medios 17 para refrigerar el flujo de derivación y medios 18 para despolvar el flujo de derivación.

Alternativamente o en combinación a esto, en la figura 3 se da a conocer otra variante en la que una parte de los gases de escape se evacua en la dirección de flujo aguas abajo del intercambiador 1 de calor, se alimenta a una trituradora 19 de carbón y a un medio 20 de despolvado y a continuación vuelve a añadirse a los gases de escape aguas arriba del catalizador 5.

Mediante la combinación del catalizador con un calcinador 4 se obtienen especialmente las ventajas siguientes:

El calcinador desplaza una parte esencial (aproximadamente el 50%) de la energía térmica necesaria para la fabricación del clinker de cemento en un intervalo de temperatura en el que sólo se produce NO_x térmico en cantidades insignificantes (aproximadamente 850°C). Si ahora en el calcinador se utiliza un combustible, que no contiene combustible-nitrógeno o sólo lo contiene en cantidades insignificantes, entonces las emisiones base de NO_x son menores. Esto tiene como consecuencia, que la depuración catalítica de gases de escape puede configurarse para tasas de reducción menores. Los costes de funcionamiento pueden reducirse adicionalmente por el ahorro de agentes reductores.

Para el caso de que el catalizador catalice la conversión de NO con CO para obtener N_2 y CO_2 , el calcinador tiene la ventaja de que una instalación equipada con un calcinador tiene habitualmente mayores emisiones de CO que una instalación de horno rotativo pura. Esto tiene la ventaja de que, según la magnitud de los valores de CO, puede prescindirse completamente de agentes reductores adicionales.

Aún mejor es la combinación de la depuración catalítica de gases de escape con un calcinador, que funciona según el principio de la combustión por etapas y/o la adición de harina por etapas. Estos calcinadores están concebidos de tal modo que, en función del combustible utilizado, reducen una parte del NO_x generado en el horno y minimizan la generación de NO_x de combustible. Así la carga básica de NO_x es aún menor que en el caso de una instalación sencilla de calcinador con las ventajas mencionadas anteriormente. Además en el caso de un calcinador con combustión por etapas existe la posibilidad de generar CO de manera controlada, lo que en el caso de una reducción de NO/CO es especialmente ventajoso. Con una configuración correcta puede prescindirse eventualmente por completo de una inyección adicional de combustible aguas abajo del calcinador.

La previsión de un calcinador tiene para la depuración catalítica de gases de escape conectada aguas abajo además la ventaja de que se generan temperaturas de gases de escape superiores, por lo que las reacciones que se desarrollan en el catalizador se desarrollan más rápidamente y por tanto con una mayor conversión. De este modo puede disminuirse el volumen de catalizador necesario y reducirse los costes de inversión.

Se sabe que según el material crudo en el proceso a altas temperaturas de la cocción de clinker se forman ciclos alcalinos, de azufre y de cloro entre el horno y el intercambiador de calor. Las sustancias mencionadas se eliminan a las altas temperaturas del horno hacia la fase de gas, en el intercambiador de calor más frío se precipitan en el material y vuelven a transportarse al horno. Debido a las pérdidas de polvo de los ciclones una parte de estos polvos llega con el gas al catalizador, en el que pueden llevar a pérdidas de actividad. Además se conoce que al utilizar un catalizador se reduzcan las cantidades utilizadas en el ciclo. De este modo se reducen también los porcentajes de los elementos del ciclo en el polvo, por lo que se alarga la vida útil del catalizador.

ES 2 311 971 T3

REIVINDICACIONES

1. Instalación para la fabricación de clinker de cemento con

- 5
- a. un intercambiador (1) de calor para precalentar harina (2) cruda,
 - b. un horno (3) para cocer completamente el clinker de cemento, fluyendo los gases de escape del horno a través del intercambiador de calor,
 - 10 c. un catalizador (5) que está dispuesto en la dirección de flujo de los gases de escape aguas abajo del intercambiador de calor y
 - d. medios (6, 7) para el análisis de los gases de escape aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador,

15 **caracterizada** porque está previsto además un calcinador (4) para precalcinarse la harina cruda precalentada y el catalizador (5) está configurado para una reacción de NO con CO.

20 2. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el calcinador (4) presenta medios (41, 42, 43) para la alimentación por etapas de combustible y/o medios (44, 45) para la alimentación por etapas de aire de combustión.

3. Instalación según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque el calcinador (4) presenta una cámara (47) de combustión adicional a través de la que no fluyen los gases de escape del horno.

25 4. Instalación según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque el calcinador (4) presenta medios (46) para la alimentación por etapas de harina cruda precalentada.

5. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque aguas arriba del catalizador (5) en la dirección de flujo de los gases de escape está conectado un rectificador (10) de flujo.

30 6. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque entre el intercambiador (1) de calor y el catalizador (5) está dispuesta una etapa (15) de separación para metales pesados.

35 7. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el intercambiador de calor está compuesto por varias etapas de ciclón dispuestas una por encima de otra, fluyendo la harina cruda a través de las etapas de ciclón individuales de arriba abajo, mientras que los gases (8) de escape pasan por las etapas de ciclón de abajo arriba, y estando previsto además un deflector (9) de material para alimentar una parte de la harina cruda en la zona de la etapa (1a) de ciclón más superior y una parte en la zona de la etapa (1b) de ciclón situada por debajo de la misma.

40 8. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque están previstos medios para introducir aire (13) de escape de un refrigerador (12) de clinker y/o combustible en los gases de escape entre el intercambiador (1) de calor y el catalizador (5).

45 9. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque están previstos medios (50) para introducir un agente reductor, especialmente un portador de amonio y/o hidrocarburo en la zona del calcinador y/o del intercambiador de calor.

10. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque entre el intercambiador (1) de calor y el catalizador (5) está dispuesto un ventilador (16).

50 11. Procedimiento para la fabricación de clinker de cemento, precalentándose harina (2) cruda en un intercambiador (1) de calor y cociéndose en un horno (3) para obtener clinker de cemento y fluyendo los gases (8) de escape del horno sucesivamente a través del intercambiador de calor y un catalizador (5), analizándose los gases de escape aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador, **caracterizado** porque la harina cruda precalentada se precalcina en un calcinador (4), adaptándose el contenido en CO mediante las condiciones de combustión en el calcinador (4) y/o mediante la adición de combustible adicional de manera controlada al catalizador (5).

60 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque el intercambiador (1) de calor está compuesto por varias etapas (1a, 1b, 1c) de ciclón dispuestas una por encima de otra, pasando la harina (2) cruda por las etapas de ciclón individuales de arriba abajo mientras que los gases (8) de escape fluyen a través de las etapas de ciclón de abajo arriba, separándose la harina cruda en función de la temperatura de los gases de escape que fluyen a través del catalizador (5) y entregándose en la zona de dos etapas de ciclón diferentes.

65 13. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque el calcinador (4) se hace funcionar con una combustión por etapas y/o una alimentación de aire por etapas y/o una entrega de harina cruda por etapas.

14. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque se introduce un agente reductor, especialmente un portador de amonio y/o un hidrocarburo en la zona del calcinador (4) y/o del intercambiador (1) de calor.

ES 2 311 971 T3

15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la cantidad de agente reductor que ha de introducirse se regula según el análisis de los gases de escape medidos aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador (5).

5 16. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque se utiliza un catalizador configurado para una reacción de NO con CO.

10 17. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque una parte de los gases de escape se evacua del horno aguas arriba del calcinador (4), se refrigera, se despolva y a continuación vuelve a añadirse a los gases de escape aguas arriba del catalizador (5).

15 18. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque una parte de los gases de escape se evacua en la dirección de flujo de los gases de escape aguas abajo del intercambiador (1) de calor, se alimenta a una trituradora (19) de carbón y un medio (20) de despolvamiento y a continuación vuelve a añadirse a los gases de escape aguas arriba del catalizador (5).

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

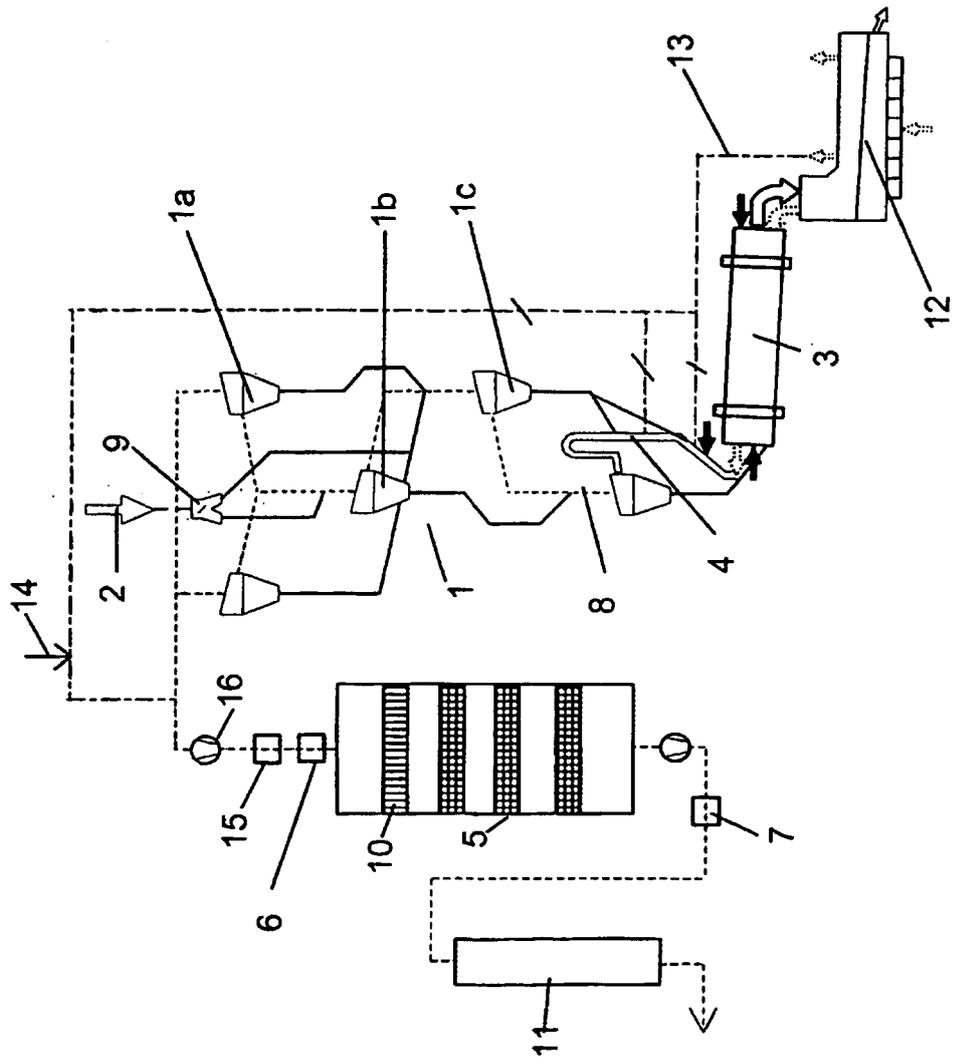


Fig. 1

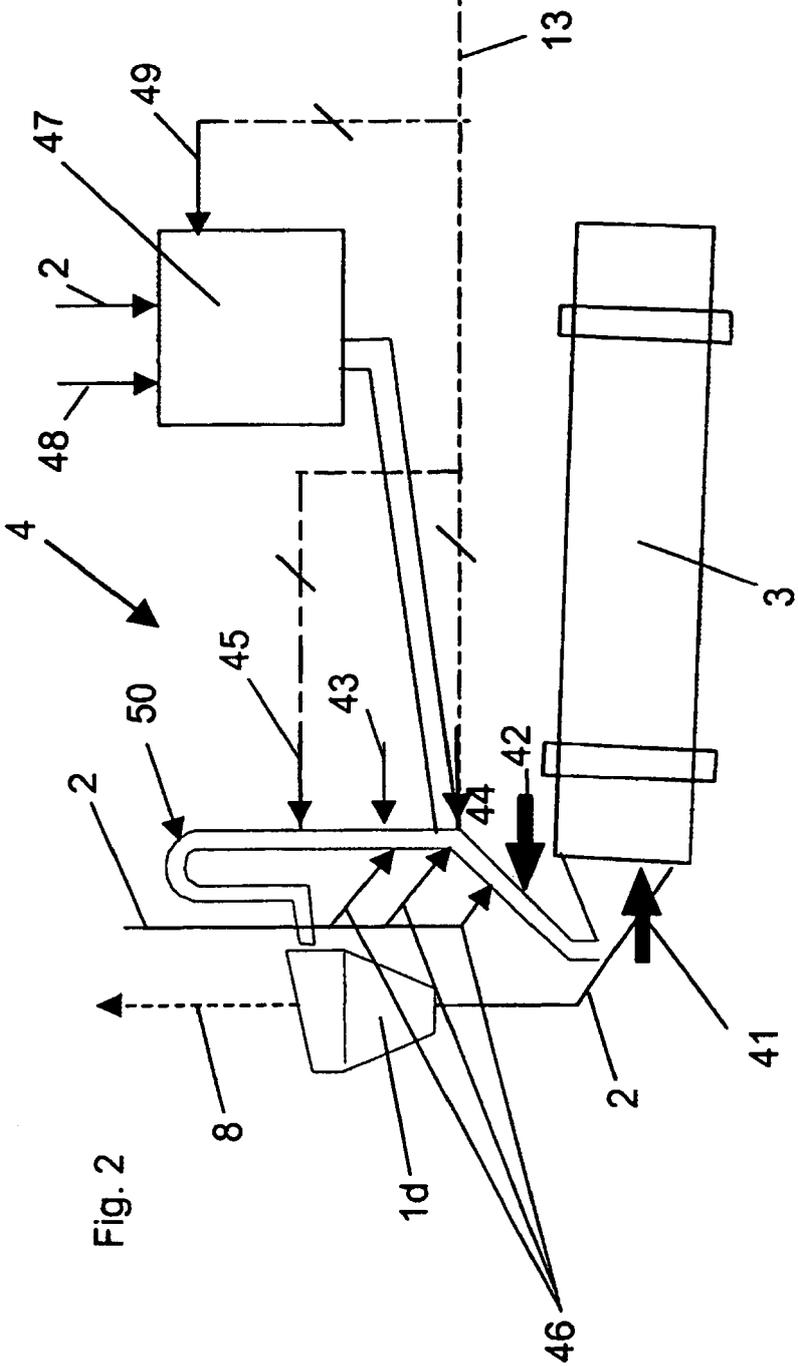


Fig. 2

