

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 885**

51 Int. Cl.:

C10L 3/08 (2006.01)

C07C 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2013** **E 13003153 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 2682450**

54 Título: **Procedimiento para la metanización catalítica e instalación de metanización**

30 Prioridad:

03.07.2012 DE 102012013258

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

28.09.2018

73 Titular/es:

HITACHI ZOSEN INOVA ETOGAS GMBH (100.0%)
Industriestrasse 6
70565 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

WALDSTEIN, GREGOR

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 683 885 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 la metanización catalítica e instalación de metanización

5 La invención se refiere a un procedimiento para la metanización catalítica de un gas de educto que contiene hidrógeno obtenido a partir de una fuente de hidrógeno y dióxido de carbono obtenido a partir de una fuente de dióxido de carbono para formar un gas de producto rico en metano, en el que la fuente de hidrógeno, en un primer modo de funcionamiento, obtiene corriente para generar hidrógeno a partir de una energía eléctrica proporcionada y en el que a la fuente de dióxido de carbono se le suministra energía térmica que sirve para proporcionar dióxido de carbono.

10 Este tipo de procedimientos de metanización se conocen y se describen, por ejemplo, en el documento WO2011/076315. Las reacciones químicas que tienen lugar durante la metanización, además de los reactores de metanización diseñados fundamentalmente para este fin, se conocen y no se describen en detalle en este punto. En este sentido, se hace referencia más bien al estado de la técnica mencionado anteriormente.

15 Como fuente de dióxido de carbono para el gas de educto puede servir, por ejemplo, una instalación de biogás que o bien puede proporcionar biogás bruto que contiene dióxido de carbono al gas de educto o bien incluso también un dióxido de carbono filtrado del biogás bruto. Se conoce que las instalaciones de biogás necesitan energía térmica, por ejemplo, para la higienización de la masa de biogás suministrada, pero también la fermentación, así como, dado el caso, en un procesamiento de biogás del biogás bruto. Puesto que el biogás bruto generado por la instalación de biogás o, tras el procesamiento, el biometano representan una fuente inagotable de energía térmica a través de su combustión, la energía térmica requerida por la instalación de biogás puede proporcionarse de un modo especialmente sencillo directamente *in situ*.

20 Por otro lado, del documento anterior se conoce el funcionamiento intermitente de este tipo de procedimientos de metanización. Para la generación de hidrógeno se utiliza una energía eléctrica proporcionada únicamente de forma variable en el tiempo, que proviene, por ejemplo, de una fuente de energía renovable que no trabaja con una potencia uniforme en el tiempo, como la energía eólica o la solar. Si esta energía eléctrica no está disponible se puede detener la metanización y el reactor correspondiente se opera en modo de espera (*standby*). En este tipo de procedimientos intermitentes, la cantidad de gas de producto rico en metano obtenido que, por ejemplo, puede alimentarse a una red de gas natural existente, depende por tanto directamente de la cantidad de energía eléctrica proporcionada.

25 El documento DE 10 2009 018 126 A1 da a conocer un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1. En el caso de una instalación de biogás como fuente de dióxido de carbono está prevista una trayectoria de transporte de calor, a través de la que puede transportarse calor de escape del dispositivo de metanización a la instalación de biogás para su utilización en la misma.

30 El documento DE 20 2011 005 536 U1 da a conocer una instalación para utilizar dióxido de carbono que se produce de manera variable en el tiempo a partir de diferentes fuentes de emisión para la obtención de energía ecológica, en la que está previsto un dispositivo de metanización y un dispositivo para reutilizar el metano, que permite también la generación de energía térmica. Los dispositivos de limpieza, de separación o de compresión usados en la obtención de dióxido de carbono tienen un abastecimiento de energía eléctrica, para el que puede usarse una energía eléctrica generada por un dispositivo fotovoltaico.

35 La invención se basa en el objetivo de mejorar un procedimiento de metanización de este tipo, en particular, en relación con su integración en el marco energético.

40 Desde el punto de vista de la técnica de procedimientos, este objetivo se alcanza mediante un perfeccionamiento del procedimiento mencionado al comienzo, que está caracterizado esencialmente por que, en el primer modo de funcionamiento, la energía térmica suministrada se genera al menos parcialmente mediante transformación de una parte de la energía eléctrica proporcionada.

45 A este respecto, la invención se basa en el hecho sorprendente de que, a pesar de una transformación de energía de su forma de mayor valor, la energía eléctrica, a una forma de menor valor, concretamente el calor, puede lograrse una constelación global energéticamente favorable. De este modo puede ahorrarse concretamente un gas proveniente de la instalación de biogás y quemado de otro modo que, o bien ya es esencialmente equivalente al gas de producto rico en metano producido a través de la metanización catalítica o bien, en todo caso, contiene componentes que representan un material de partida para el gas de producto rico en metano. Este último debe presentar un contenido en metano de al menos el 84%, preferentemente de al menos el 90%.

50 De manera especialmente conveniente, una parte de la energía térmica suministrada ya se produce a través del calor generado durante la metanización catalítica y/o la generación de hidrógeno. En el primer modo de funcionamiento, esta parte puede representar incluso la mayor parte de la energía térmica.

5 La energía térmica suministrada puede suministrarse a diferentes receptores a diferentes niveles de temperatura. Por ejemplo, una energía térmica utilizada para el lavado con aminas utilizado en el marco del procesamiento del biogás asociado a la fuente de dióxido de carbono, en la regeneración del líquido de lavado que contiene aminas y tiene lugar térmicamente, deberá proporcionarse a un nivel de temperatura más elevado que, por ejemplo, para la higienización de la biomasa.

10 En un modo de realización especialmente preferente, una parte de la energía térmica producida de este modo, que se produce o proporciona en un primer nivel de temperatura a partir de la generación de hidrógeno o la metanización exotérmica, se eleva mediante la energía eléctrica a un segundo nivel de temperatura mayor. De este modo, incluso en el caso de una energía térmica con una potencia ya suficiente, puede aumentarse su capacidad de uso.

15 En otro modo de realización posible, en primer lugar se proporciona otra parte de la energía térmica producida a un tercer nivel de temperatura y se eleva mediante la energía eléctrica a un cuarto nivel de temperatura, superior al tercer nivel de temperatura, que coincide, en particular, con el primer nivel de temperatura. De este modo, como en una cascada, puede tener lugar una revalorización del nivel de temperatura.

20 En un modo de realización preferente, en un segundo modo de funcionamiento no se proporciona la energía eléctrica. Esto es especialmente adecuado para el caso mencionado al comienzo, en el que la metanización tiene lugar de forma intermitente, únicamente cuando se dispone de energía eléctrica proveniente de fuentes de energía renovables. En este contexto puede tener lugar una conmutación entre ambos modos de funcionamiento con una media de tiempo de al menos una vez por semana, en particular, al menos una vez por día.

25 La fuente de dióxido de carbono puede presentar una instalación de biogás, también ampliada con un procesamiento de biogás en forma de una separación de dióxido de carbono, por ejemplo, un lavado con aminas que también se ha descrito ya en detalle al comienzo. No obstante, el procedimiento también es adecuado básicamente para una fuente de dióxido de carbono en forma de un dispositivo de separación que filtra dióxido de carbono de una fuente de gas que proporciona un gas que presenta dióxido de carbono.

30 Como receptores de la energía térmica suministrada se consideran, en particular, el dispositivo de separación y de este, más particularmente, la regeneración del líquido de lavado del lavado con aminas, pero también componentes de la instalación de biogás, como el fermentador, el fermentador secundario y/o una higienización de la biomasa. A este respecto, la energía eléctrica convertida puede proporcionarse para el uso por parte de uno, pero también de cualquier combinación de estos receptores.

35 Básicamente, con el gas de producto rico en metano puede procederse de cualquier modo, uso *in situ*, rellenado, etc. No obstante, de forma especialmente preferente se alimenta a una red de gas existente, para lo cual aún habría que realizar el acondicionamiento necesario para la alimentación a la red de gas, por ejemplo, la adaptación del poder calorífico, etc. También un biometano generado por el dispositivo de separación que también forma la fuente de dióxido de carbono puede alimentarse directamente a la red de gas.

40 En un segundo modo de funcionamiento del procedimiento, en el que la energía eléctrica que proviene de fuentes de energía renovables no está disponible, puede garantizarse la energía térmica o la elevación de una energía térmica presente a un nivel de temperatura más elevado mediante la combustión de biogás bruto o biometano. Esto puede tener lugar mediante una simple combustión, pero también aprovechando el calor térmico residual en una planta de cogeneración.

50 Desde el punto de vista técnico del dispositivo, el objetivo se alcanza mediante una instalación de metanización con una conexión para obtener una energía eléctrica proporcionada, un electrolizador para la generación de hidrógeno mediante corriente obtenida de la energía eléctrica proporcionada y un reactor que actúa de manera catalítica para la generación de un gas de producto rico en metano a partir de un gas de educto que contiene el hidrógeno generado y el dióxido de carbono obtenido a partir de una fuente de dióxido de carbono, y con un dispositivo de suministro, con el cual puede suministrarse al menos una parte de la energía eléctrica proporcionada a la fuente de dióxido de carbono en una forma transformada en energía térmica.

55 Las ventajas de la instalación según la invención resultan de las ventajas descritas anteriormente del procedimiento según la invención. En este sentido también está previsto, en particular, un dispositivo de control, que está diseñado para controlar la instalación según cualquiera de los aspectos de procedimiento anteriores.

60 El propio dispositivo de suministro puede presentar una derivación de energía eléctrica, que deriva una parte de la energía eléctrica proporcionada no suministrada a la fuente de hidrógeno para la generación de hidrógeno a un dispositivo de transformación que transforma la energía eléctrica en energía térmica, en particular, en forma de un aumento del nivel de temperatura ya existente.

65 Por lo demás, con la invención también se protege un complejo de instalaciones con una instalación de metanización, tal como se ha indicado anteriormente, acoplada a una instalación de biogás que incluye un procesamiento de biogás, cuya fuente de dióxido de carbono está constituida por la instalación de biogás.

Otros detalles, características y ventajas de la invención se desprenden de la siguiente descripción de las figuras adjuntas, de las cuales

5 la figura 1 reproduce el procedimiento según la invención en una representación esquemática.

Según la vista esquemática de la figura 1 sobre el procedimiento de metanización, en el reactor -R-, realizado en este modo de realización en dos etapas, se metaniza un gas de educto, compuesto esencialmente por hidrógeno y dióxido de carbono mezclado en la relación estequiométrica correcta para la metanización, mediante metanización catalítica, para formar un gas de producto que es adecuado para la alimentación a una red -20- de gas.

El gas de educto presenta hidrógeno H_2 que proviene de una fuente de hidrógeno formada por un electrolizador -1-. En este modo de realización, el dióxido de carbono se suministra al reactor -R- a partir de una fuente -2- de CO_2 que está constituida por un lavado -12- con aminas. En el lavado -12- con aminas se separa casi completamente el CO_2 contenido en un biogás bruto generado por una instalación -15- de biogás. Mientras el biogás bruto procesado de este modo también puede suministrarse como biometano a la red -20- de gas (tras el acondicionamiento correspondiente según los requisitos válidos para la red -20- de gas), el dióxido de carbono que vuelve a liberarse durante la regeneración térmica del líquido de lavado que contiene aminas se conduce al reactor -R-.

20 La energía térmica suministrada para la regeneración térmica del lavado con aminas proviene de una reserva -9- de calor representada esquemáticamente en la figura 1, más precisamente, de la subreserva -D-. El nivel de temperatura de la subreserva -D- se encuentra en el intervalo de desde $160^\circ C$ hasta $200^\circ C$. En este ejemplo de realización, el nivel de temperatura asciende a $170^\circ C$.

25 A través de la conexión -3- se proporciona una energía - E_{EL} - eléctrica que se suministra a la fuente -1- de H_2 configurada como electrolizador, el cual genera hidrógeno electrolíticamente y lo conduce al reactor -R-.

No obstante, en este caso, la provisión de la energía - E_{EL} - eléctrica no tiene lugar de forma constante en el tiempo. La energía - E_{EL} - proporcionada proviene más bien de una fuente de energía renovable, en este ejemplo de realización energía eólica, aunque se obtiene de la red eléctrica. Si esta está disponible, entonces la energía - E_{EL} - eléctrica está disponible para la generación de hidrógeno y se obtiene por el electrolizador -1- a través de la línea -31- (primer modo de funcionamiento). Si esta energía no está disponible, entonces el electrolizador -1- y el reactor -R- se hacen funcionar en modo de espera (*standby*) (segundo modo de funcionamiento).

35 Sin embargo, en el primer modo de funcionamiento, la energía - E_{EL} - eléctrica proporcionada no solo se suministra al electrolizador -1-, sino que una parte de la misma también se utiliza a través de la línea -39- para su transformación en energía térmica. Esto está representado esquemáticamente en relación con la reserva -9- de calor de la siguiente forma.

40 En este modo de realización, la reserva -9- de calor presenta -4- subreservas denominadas -A-, -B-, -C- y -D-. En las subreservas -A-, -B-, -C- y -D- se mantiene calor respectivamente a diferentes niveles de temperatura. La subreserva -A-, por ejemplo, se encuentra a un nivel de temperatura en el intervalo de desde 65° hasta 80° , en este modo de realización a 70° . Se utiliza para el suministro de calor en la higienización de la biomasa suministrada a la instalación -15- de biogás, pero también puede recurrirse a la misma para suministrar calor a los fermentadores y fermentadores secundarios de la instalación -15- de biogás. La subreserva -A- se alimenta con el calor residual aprovechable del electrolizador -1-.

Una segunda subreserva -B- se hace funcionar a un nivel de temperatura en el intervalo de desde 80° hasta 110° , en el ejemplo de realización mostrado a $95^\circ C$. Se alimenta con el calor residual de la reacción de metanización exotérmica en la segunda etapa del reactor -R-. Por un lado, el calor de la subreserva -B- también puede suministrarse a la instalación de biogás, tal como se indica esquemáticamente en el dibujo. No obstante, una parte de la potencia calorífica almacenada en la misma también puede elevarse en el marco de la reserva -9- de calor a un nivel -C- superior que se encuentra en el intervalo de desde $110^\circ C$ a $160^\circ C$, en este modo de realización a $120^\circ C$.

55 Al nivel de temperatura de la subreserva -C- se genera calor aprovechable, obtenido debido a la metanización exotérmica, a partir de la primera etapa del reactor -R-, y se alimenta con el mismo a la reserva. La subreserva -C- puede aprovecharse en la instalación de biogás para cualquier fin para el cual sea suficiente un nivel de temperatura inferior. En todo caso una parte de la potencia térmica proporcionada al nivel de temperatura de la subreserva -C-, en el modo de realización mostrado incluso su totalidad, se eleva a un nivel de temperatura superior, la subreserva -D- ya mencionada anteriormente y mostrada esquemáticamente en el dibujo, a través de la cual se proporciona la potencia térmica para la regeneración térmica del líquido de lavado que contiene aminas del lavado -12- con aminas.

65 A este respecto, en el primer modo de funcionamiento, la energía adicional necesaria para la elevación del nivel de temperatura de la subreserva -C- al nivel de temperatura de la subreserva -D- se aporta mediante electricidad, concretamente se obtiene de la energía - E_{EL} - proporcionada a través de la línea -39- de la conexión -3-.

En lugar de los cuatro niveles de temperatura representados en este documento también pueden formarse solo tres o dos niveles de temperatura, pero también puede tener lugar una subdivisión aún más fina.

5 Un dispositivo -30- de control dibujado solo de forma esquemática en la figura 1 controla la distribución en las subreservas individuales de la parte de la energía -E_{EEL}- eléctrica proporcionada a la que se recurre para la transformación en energía térmica, en función de la potencia térmica necesaria en los diferentes niveles de temperatura. De este modo, el perfil de carga de potencia térmica requerido por la instalación puede generarse en cascada a partir del perfil de potencias caloríficas residuales utilizables proporcionado del lado de la metanización.

10 El tipo y la forma de la construcción espacial real de la conducción de calor, las tuberías de calor y/o las reservas de calor no deben verse limitados adicionalmente por la representación puramente esquemática de la figura 1. Puede estar, en particular, separada o ramificada en su mayor parte, en forma de circuitos de calor separados individuales. El término "reserva" tampoco debe entenderse en este caso como que debe existir una cantidad de energía térmica almacenada. Más bien, también puede estar previsto que los correspondientes circuitos de calor presenten tasas de generación adaptadas a las tasas de carga y viceversa, de modo que se trabaja parcial o completamente sin reservas de calor físicas.

15 En el segundo modo de funcionamiento, en el que la energía -E_{EEL}- eléctrica no está disponible en la conexión -3-, para el caso de la instalación -15- de biogás de funcionamiento continuo se necesita una fuente de energía térmica adicional, puesto que la fuente utilizada en el primer modo de funcionamiento (calor residual aprovechable del electrolizador -1- y el reactor -R-, así como energía -E_{EEL}- eléctrica adicional) ya no está disponible. Esta demanda de la instalación -15- de biogás y del lavado -12- con aminas puede proporcionarse entonces a través de una unidad -16- de combustión, a la que se le suministra biogás bruto y/o biometano como gas de combustión. A este respecto, la unidad -16- de combustión puede estar configurada en ese caso como una simple caldera de gas. No obstante, también puede utilizarse una planta de cogeneración, cuyo calor de combustión no transformable en energía eléctrica se suministra a la reserva -9-.

20 La unidad -16- de combustión también puede contribuir adicionalmente a la energía térmica proporcionada en el primer modo de funcionamiento. No obstante, controlado por el dispositivo -30- de control, en el primer modo de funcionamiento se ahorra al menos una parte del biogás bruto y/o biometano derivado de otro modo hacia la instalación -16- de combustión, ya que una parte de la energía térmica necesaria se proporciona mediante transformación a través de la parte derivada de la energía -E_{EEL}- eléctrica proporcionada.

25 La invención no se limita al ejemplo de realización representado esquemáticamente en la figura 1. Más bien, las características dadas a conocer en las reivindicaciones adjuntas y la descripción pueden ser esenciales individualmente o en combinación para la realización de la invención en sus diferentes formas de realización.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la metanización catalítica de un gas de educto que contiene hidrógeno obtenido a partir de una fuente de hidrógeno y dióxido de carbono obtenido a partir de una fuente de dióxido de carbono para obtener un gas de producto rico en metano, en el que la fuente de hidrógeno, en un primer modo de funcionamiento, obtiene corriente para generar hidrógeno a partir de energía eléctrica y en el que a la fuente de dióxido de carbono se le suministra energía térmica que sirve para proporcionar dióxido de carbono, caracterizado por que, en el primer modo de funcionamiento, la energía térmica suministrada se genera al menos parcialmente mediante transformación de una parte de la energía eléctrica proporcionada.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que otra parte de la energía térmica suministrada se produce a través del calor generado durante la metanización catalítica y/o la generación de hidrógeno.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la energía térmica suministrada puede suministrarse a diferentes receptores a diferentes niveles de temperatura.
- 20 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, en primer lugar, se proporciona una/otra parte de la energía térmica producida a un primer nivel de temperatura y se eleva mediante la energía eléctrica a un segundo nivel de temperatura, superior al primer nivel de temperatura.
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que, en primer lugar, se proporciona otra parte de la energía térmica producida a un tercer nivel de temperatura y se eleva mediante la energía eléctrica a un cuarto nivel de temperatura, superior al tercer nivel de temperatura, que coincide, en particular, con el primer nivel de temperatura.
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, en un segundo modo de funcionamiento, no se proporciona la energía eléctrica.
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que tiene lugar una conmutación entre ambos modos de funcionamiento con una media de al menos una vez por semana, en particular, al menos una vez por día.
- 40 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de dióxido de carbono presenta un dispositivo de separación conectado a una fuente de gas, en particular, una fuente de biogás bruto, para separar dióxido de carbono del gas proporcionado por la fuente de gas, en particular, un lavado con aminas.
- 45 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de dióxido de carbono presenta una instalación de biogás.
- 50 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en el que los receptores de la energía térmica suministrada se seleccionan del grupo formado por dispositivo de separación, en particular, regeneración del líquido de lavado del lavado con aminas, fermentador, fermentador secundario y/o higienización de la instalación de biogás.
- 55 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el gas de producto rico en metano y, dado el caso, también un biometano generado por el dispositivo de separación conectado a la fuente de biogás bruto se suministran a una red de gas existente.
- 60 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, en el que el suministro de la energía térmica en el segundo modo de funcionamiento se respalda por la combustión de un gas de combustión, en particular, del biogás bruto y/o del biometano generado por la instalación de biogás con instalación de procesamiento de biogás.
- 65 13. Instalación de metanización con
una conexión (3) para obtener una energía (E_{EL}) eléctrica proporcionada,
un electrolizador (1) para la generación de hidrógeno mediante corriente obtenida de la energía (E_{EL}) eléctrica proporcionada y
un reactor (R) que actúa de manera catalítica para generar un gas de producto rico en metano a partir de un gas de educto que contiene el hidrógeno generado y dióxido de carbono obtenido de una fuente (2) de dióxido de carbono,
caracterizada por un dispositivo (39, 9) de suministro con el que puede suministrarse al menos una parte de la energía eléctrica proporcionada a la fuente de dióxido de carbono en una forma transformada en energía térmica.
14. Instalación de metanización según la reivindicación 13, con un dispositivo (30) de control configurado para controlar la instalación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

15. Complejo de instalaciones con una instalación de metanización acoplada a una instalación (15) de biogás que incluye un procesamiento (12) de biogás según cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, cuya fuente de dióxido de carbono está constituida por la instalación de biogás.

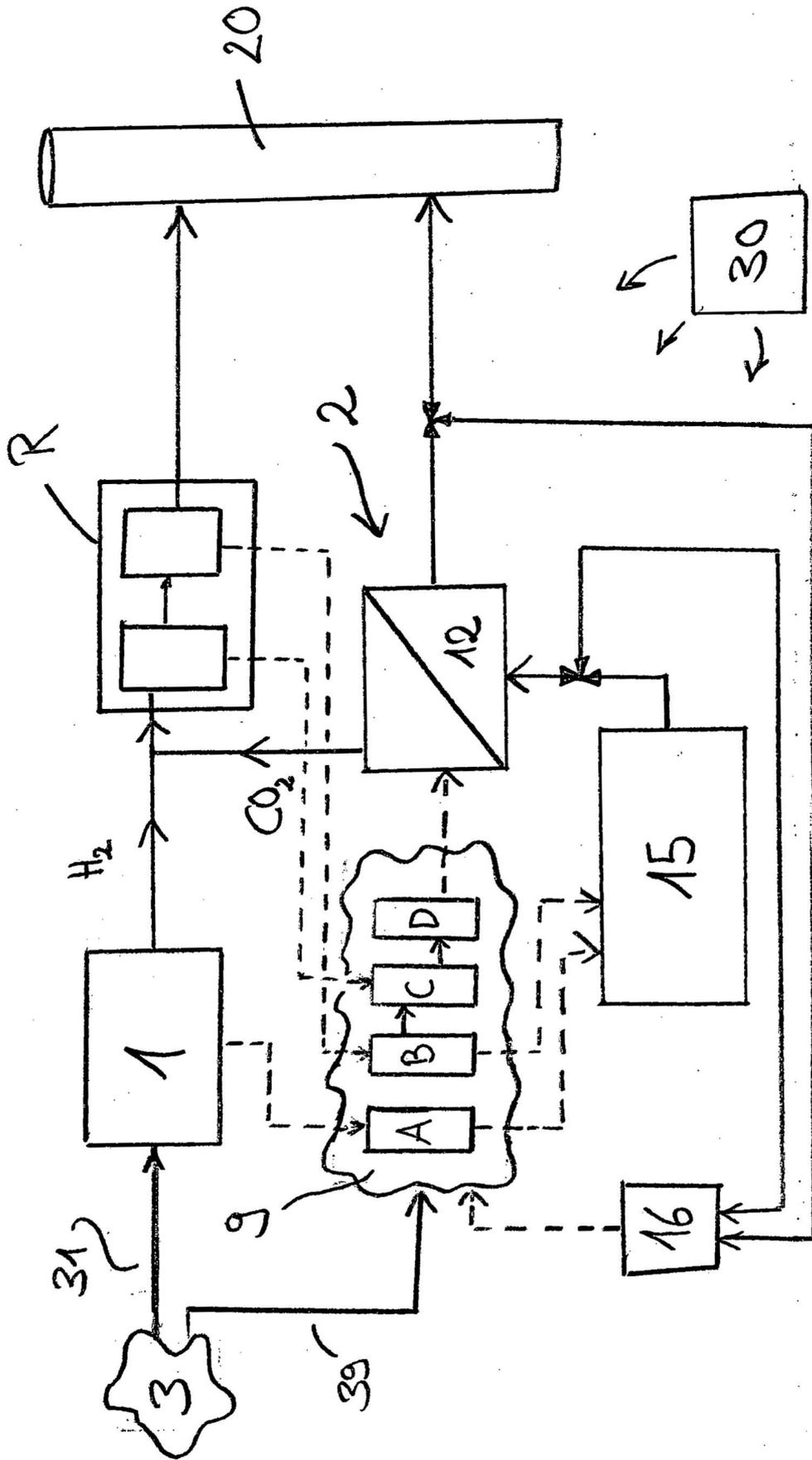


Fig. 1