(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 715 762**

(51) Int. CI.:

C02F 1/66 (2006.01)
C02F 1/68 (2006.01)
G05D 11/13 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2016 PCT/EP2016/056333**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150993**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2016 E 16712799 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3274300**

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo para la inyección regulada de un gas en un medio fluido**

(30) Prioridad:

24.03.2015 DE 102015003777

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.06.2019

(73) Titular/es:

MESSER GROUP GMBH (100.0%)
Messer-Platz 1
65812 Bad Soden, DE

(72) Inventor/es:

HERMANS, MONICA y
VERVALLE, KURT

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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 y dispositivo para la inyección regulada de un gas en un medio fluido

La invención se refiere a un procedimiento para la inyección regulada de un gas en un medio fluido, en el que una corriente de gas aportada a través de un conducto de alimentación se introduce en al menos un punto de inyección en un conducto que transporta un medio fluido. La invención se refiere además a un dispositivo correspondiente.

Los procedimientos y dispositivos para la inyección de dióxido de carbono o de otros gases en un medio fluido se conocen desde hace tiempo y se emplean, por ejemplo, para regular el pH del agua potable o para la neutralización de aguas residuales alcalinas. El gas se inyecta en el medio fluido en estado gaseoso o principalmente en estado líquido.

Para la introducción del gas de dióxido de carbono, por ejemplo, el dióxido de carbono líquido se extrae normalmente de una botella o de un depósito y se evapora eléctricamente o mediante el uso de fuentes de calor existentes. El CO_2 gaseoso se puede dosificar de manera muy exacta por medio de una regulación de caudal convencional. Sin embargo, el inconveniente consiste en que el montaje de vaporizadores conlleva una inversión considerable. Especialmente en el caso de clientes que sólo necesitan una inyección de dióxido de carbono ocasional, por ejemplo una o dos veces al mes, con un caudal másico grande en un medio fluido, esta inversión difícilmente se puede justificar como rentable. El documento DE102008032369 revela un procedimiento para el carbonizado de un medio fluido mediante la inyección de gas de CO_2 a presión en el medio fluido.

Otros métodos utilizan la dosificación directa de dióxido de carbono líquido. Por el documento DE 25 44 198 A1, por ejemplo, se conoce un dispositivo para la neutralización de aguas residuales alcalinas, en el que se introduce dióxido de carbono líquido a través de una boquilla de inyección dispuesta dentro del líquido a neutralizar, donde pasa muy rápidamente en la fase de vapor. En el documento EP 2 179 782 A1 se propone un sistema para la inyección de dióxido de carbono líquido en un medio fluido, en el que se prevé directamente en el punto de inyección una válvula de retención, que sólo permite la aportación de dióxido de carbono al medio a una presión por encima del punto triple del CO_2, con lo que garantiza que no se produzca hielo seco en el conducto de alimentación y en las válvulas. Al inyectar dióxido de carbono líquido también se puede regular, a través de una válvula de reglaje de caudal convencional, la cantidad de dióxido de carbono a aportar. Para el control se recurre normalmente a un parámetro de calidad, por ejemplo al factor pH antes o después de la dosificación. El documento EP 1050709 revela un procedimiento para el suministro controlado de gas licuado como fase líquida.

Estos sistemas sin paso de vaporización, en los que el dióxido de carbono se inyecta en estado líquido en un medio fluido, resultan problemáticos, especialmente cuando se trata de dosificar flujos de masa relativamente grandes de dióxido de carbono o cuando el suministro se produce, por razones económicas o de otro tipo, por medio de botellas o haces de botellas llenadas con dióxido de carbono líquido. En el caso de este así llamado suministro por medio de haces, la presión en el haz de botellas o en la botella disminuye de forma significativa durante la rápida extracción del dióxido de carbono, por lo que en el conducto de alimentación hacia el punto de inyección se forman burbujas de dióxido de carbono gaseoso, que dificultan una determinación exacta del caudal de dióxido de carbono y que reducen la cantidad de dióxido de carbono aportada por unidad de tiempo, al ser la posición de las válvulas la misma. Además, con frecuencia no se dispone de parámetros de calidad para el control, por ejemplo cuando se trata de llevar a cabo una dosificación cuantitativamente proporcional del gas a inyectar.

Por esta razón se ha intentado mantener la presión en el haz a un valor constante mediante el mantenimiento de la presión externa con ayuda de un medio gaseoso a presión. Sin embargo, este modo de procedimiento también conlleva un esfuerzo considerable en cuanto a aparatos y, por razones de seguridad, también causa problemas al formar los haces.

Otro método distinto se propone en el documento EP 2 368 845 A1. En este método, la función dieléctrica de una corriente de dióxido de carbono transportada a través de un conducto de alimentación se mide de forma continua, a fin de sacar de la función dieléctrica conclusiones acerca de los porcentajes de las fases líquida y gaseosa. No obstante, este sistema presupone una técnica de medición adicional complicada.

Por lo tanto, la invención se plantea el objetivo de garantizar, durante la inyección de un gas, especialmente de dióxido de carbono, en un medio fluido, una regulación de caudal eficiente del gas aportado sin grandes esfuerzos en cuanto a aparatos, que se pueda emplear especialmente también en caso de un suministro por medio de haces.

Esta tarea se resuelve por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 1, así como por medio de un dispositivo con las características de la reivindicación 7. Otras formas de realización ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, en el conducto de medio se mide de forma constante, en la zona o aguas debajo de un punto de inyección o de varios puntos de inyección del gas, una pérdida de presión, que se emplea como parámetro de regulación para el control de una válvula de regulación dispuesta en el conducto de alimentación. La invención parte de la reflexión de que, después de la introducción del caudal de gas en el medio fluido, aguas debajo del punto de inyección del gas exista una mezcla de medio fluido y gas. Cuanto mayor sea el porcentaje en volumen del gas

en esta mezcla, tanto mayor será una pérdida de presión medida en el conducto del medio en la zona del punto de inyección o aguas abajo del mismo.

En el caso de la corriente de gas inyectada se trata de un gas (en forma de gas) introducido en el medio fluido o de un gas licuado que se evapora antes de la inyección en el medio fluido o durante este proceso. La invención resulta especialmente apropiada en los casos en los que el gas, por ejemplo dióxido de carbono, se aporta en estado licuado y en los que se evapora, al menos en parte en el conducto de alimentación. Una variación del porcentaje de la fase gaseosa en el conducto de alimentación conduce a una variación del caudal másico de gas aportado en total, es decir, de la cantidad de gas aportado al medio fluido por unidad de tiempo y, por consiguiente, a un cambio del porcentaje en volumen del gas mezclado con el medio fluido existente en el conducto del medio, que se expresa a su vez en un cambio de la pérdida de presión medida. Según la invención, este efecto se aprovecha para regular la aportación ajustable de gas al conducto de medio.

Una variante especialmente ventajosa de la invención prevé que en el caso de la corriente de gas aportada al conducto del medio se trate de un gas al menos parcialmente y/o temporalmente licuado. Los porcentajes de las fases líquida y gaseosa pueden variar especialmente durante el proceso de inyección, pudiendo oscilar el porcentaje de la fase líquida entre un 0 y un 100 %. La fase líquida se evapora rápidamente en contacto con el medio fluido. Cuanto mayor sea el porcentaje gaseoso frente al porcentaje líquido en la corriente de gas dentro del conducto de alimentación, tanto menor será el caudal másico de pasaportado en total al medio fluido y tanto menor será la pérdida de presión, medida aguas debajo del punto de inyección, en el conducto de medio. En este caso, la válvula de regulación del conducto de alimentación, por ejemplo, se abre más a fin de ajustar el caudal másico de gas nuevamente a un valor preestablecido.

El requisito para el procedimiento según la invención es únicamente un caudal definido del medio fluido, que en muchos casos se puede proporcionar sin problemas. Después de un calibrado del sistema, la cantidad de gas aportada en total al medio fluido se puede determinar de manera muy precisa, sin necesidad de conocer exactamente la composición de fases del gas licuado en el conducto de alimentación.

El procedimiento según la invención se emplea convenientemente en los casos en los que se inyectan, de manera dosificada, varias corrientes de gas (líquido y/o en forma de gas) iguales o diferentes en el conducto de medio. En este caso, el procedimiento según la invención permite regular (por ejemplo, mantener constante) la cantidad de gas aportada en total de manera dosificada, sin que se tenga que llevar a cabo una medición de los distintos caudales másicos de gas.

El procedimiento según la invención se puede utilizar, por ejemplo, en casos en los que un gas se haya consumido parcialmente en un proceso, pero en los que el gas también se reconduce en parte y se reutiliza. En estos casos, la dosificación de gas nuevo del depósito de reserva se puede regular de manera muy sencilla por medio del procedimiento según la invención, a fin de completar la cantidad de gas necesaria para el proceso.

Con preferencia, la medición de la pérdida de presión se lleva a cabo por medio de una medición de la presión diferencial en sí conocida y probada. La presión en el conducto de medio se mide constantemente aguas arriba y aguas debajo de un obstáculo de flujo dispuesto en el conducto del medio, en la zona del punto de inyección o aguas abajo del mismo, determinándose a partir de la medición un valor para la presión diferencial que a continuación se emplea como parámetro de regulación para el control de la válvula de regulación del conducto de alimentación. Alternativamente, las mediciones de presión para la determinación de la presión diferencial se realizan aguas arriba y aguas abajo, tanto del punto de inyección como del obstáculo de flujo.

El procedimiento según la invención resulta especialmente apropiado para la aportación de dióxido de carbono (en estado líquido y/o gaseoso) a un medio fluido, en especial para la aportación de dióxido de carbono al agua potable o a las aguas residuales, pero no se limita a la misma.

En un dispositivo según la invención para la inyección regulada de un gas en un medio fluido, el gas se introduce en forma de gas o al menos parcialmente y/o temporalmente en forma de líquido en un punto de inyección en el conducto que transporta el medio fluido, disponiéndose en el conducto del medio, en la zona del punto de inyección o aguas abajo del mismo, un obstáculo de flujo. Aguas arriba y aguas abajo del obstáculo de flujo, preferiblemente aguas arriba y aguas abajo del punto de inyección y del obstáculo de flujo, se dispone respectivamente un dispositivo de registro de presión en el conducto del medio, que presenta una conexión de datos con la válvula de regulación del conducto de alimentación.

De acuerdo con la invención, la diferencia entre las presiones medidas en los dispositivos de registro de presión, se determina de forma continua. Esta presión diferencial depende de la composición del medio, que pasa por el punto de medición, y especialmente de la corriente de gas introducida en el medio fluido. Los dispositivos de registro de presión se diseñan, por ejemplo, como transmisores de presión (PT o PIT), por medio de los cuales la presión registrada se transforma directamente en una señal electrónica y que presentan una conexión de datos con una unidad de control. Ésta compara el valor determinado de la presión diferencial con un valor teórico y envía, en dependencia de la diferencia, un comando de control a la válvula de regulación para el cambio del caudal en volumen en el conducto de alimentación para el gas licuado. De esta manera, el caudal de gas aportado en total al medio fluido también se puede regular de forma segura en caso de porcentajes variables de la fase gaseosa o líquida en la corriente de gas aportada.

Con preferencia se prevé, como obstáculo de flujo, un orificio de medición o una mezcladora estática. En este último caso, la mezcladora estática se encarga al mismo tiempo de una incorporación uniforme del gas licuado al medio fluido.

En una forma de realización especialmente ventajosa de la invención se dispone en el conducto de alimentación, en la zona del punto de inyección, un elemento antirreflujo en forma de una válvula de regulación o de mantenimiento de la presión, que hace posible que la adición dosificada de la corriente de gas sólo se permita en caso de una presión mínima predeterminada en el conducto de alimentación o de una sobrepresión mínima en el conducto de alimentación frente a la presión en el conducto de medio. Así se puede evitar especialmente que, en el supuesto de una caída de presión en el conducto de alimentación, el medio fluido penetre desde el conducto del medio en el conducto de alimentación. Un ejemplo de un elemento antirreflujo de este tipo, que se emplea para la dosificación de un medio criógeno y que debe evitar especialmente la formación de hielo en el conducto de alimentación como consecuencia del medio fluido entrante o de gas congelado, que en el caso de dióxido de carbono es hielo seco, se conoce, por ejemplo, por el documento EP 1 867 902 A2, al que se hace aquí expresamente referencia.

El dispositivo según la invención también resulta especialmente apropiado cuando, como fuente de gas licuado, se utilizan una botella de gas, un haz de botellas compuesto por una pluralidad de botellas de gas, varios haces de botellas o un depósito de gas licuado. En caso de dióxido de carbono, se considera especialmente idónea una botella de tubo ascendente de CO_2 o uno o varios haces de botellas de CO_2 apropiados para la extracción de líquido o un depósito de líquido de CO_2.

Los dispositivos de registro de presión del conducto del medio y la válvula de regulación presentan convenientemente una conexión de datos con una unidad de control electrónica, por medio de la cual se pueden controlar y regular la afluencia de gas licuado de acuerdo con un programa preestablecido o en dependencia de un valor teórico predeterminado. La unidad de control regula especialmente el caudal de gas, que se inyecta en el conducto del medio, en dependencia de una presión diferencial determinada por medio de los dispositivos de registro de presión. La unidad de control supervisa o regula preferiblemente también el caudal en volumen del medio fluido; además puede formar parte de un sistema de vigilancia del cliente (por ejemplo un regulador o sistema de control de procesos) y/o utilizarse para otras tareas específicas del cliente. La unidad de control también se puede programar de manera que, una vez alcanzada una cantidad total predeterminada de gas aportado y/o en caso de una avería, por ejemplo de una obstrucción del conducto de alimentación por burbujas de gas, transmita a la válvula de regulación una señal para el bloqueo completo o la apertura del conducto de aportación de gas licuado o adopte una posición de seguridad.

En principio, el procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención se pueden emplear siempre que se desee una dosificación cuantitativamente proporcional del gas aportado sin medición exacta de la cantidad de gas y que una pérdida de presión en el medio fluido resulte económicamente aceptable. El procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención son, por ejemplo, adecuados para el tratamiento de agua como medio fluido, por ejemplo para la preparación de agua de proceso con un elevado contenido de CO_2. Sin embargo, el procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención no se limitan en absoluto a la aportación de dióxido de carbono o a la aportación de un gas al agua o a un medio fluido acuoso, sino que se pueden emplear en principio para la dosificación de cualquier gas en cualquier medio fluido gaseoso o líquido. Gracias a la invención se evitan especialmente de forma segura los problemas en el registro de la cantidad de gas aportada, causados por la formación de burbujas de gas durante la aportación de un gas licuado.

A la vista del dibujo se explica más detalladamente un ejemplo de realización. El único dibujo (Figura 1) muestra el diagrama de flujo de un dispositivo según la invención.

La figura 1 muestra un dispositivo 1 para la introducción dosificada de gas en forma de gas o licuado, en el ejemplo de realización dióxido de carbono líquido, en un medio fluido. El medio fluido a tratar, en cuyo caso se trata especialmente de agua, por ejemplo agua de proceso, fluye a través del conducto de medio 2. Para la aportación de dióxido de carbono sirve un conducto de alimentación 3. que desemboca en un punto de inyección 4 en el conducto de medio 2. En el punto de inyección 4 o aguas abajo del mismo, se dispone un obstáculo de flujo, en el ejemplo de realización una mezcladora estática 5. La afluencia de dióxido de carbono a través del conducto de alimentación 3 se puede regular por medio de una válvula de regulación 6 activable. En el conducto de medio 2 se disponen, respectivamente aguas arriba y aguas abajo del punto de inyección 4 y de la mezcladora estática 5, unos equipos para la medición de la presión 7, 8, por ejemplo equipos PT o PIT. Los equipos para la medición de la presión 7, 8 y la válvula de regulación 6 presentan una conexión de datos con la unidad de control 9.

Al utilizar el dispositivo 1, el dióxido de carbono se aporta desde una fuente aquí no representada, por ejemplo desde un haz de botellas de CO_2, a través del conducto de alimentación 3 y se mezcla, por medio de la mezcladora estática 5, con el medio fluido en el conducto de medio 2. Como consecuencia del calor del medio fluido que lo rodea, el dióxido de carbono líquido se evapora prácticamente al instante, formándose aguas abajo del punto de inyección 4 una mezcla de medio fluido y dióxido de carbono gaseoso. En el conducto de medio 2 se mide continuamente la presión por encima y por debajo del punto de inyección 4 y de la mezcladora estática 5, a fin de determinar en la unidad de control 9 una presión diferencial. El valor de la presión diferencial depende especialmente del porcentaje de dióxido de carbono gaseoso en el medio fluido aguas abajo del punto de inyección 4. Un elemento antirreflujo opcional 10 en el conducto de alimentación 3, en la zona del punto de inyección 4 evita,

en caso de una caída de presión en el conducto de alimentación 3, la entrada de medio fluido en el conducto de alimentación 3.

Durante la aportación del dióxido de carbono líquido ya se puede producir una evaporación parcial del dióxido de carbono dentro del conducto de alimentación 3. Especialmente al usar haces de botellas de CO_2 llenas como fuente de dióxido de carbono, se producen en mayor medida burbujas de gas en caso de una cuota de extracción alta. Las burbujas de gas influyen en la corriente de dióxido de carbono transportada a través del conducto de alimentación 3 de manera que la cantidad total del dióxido de carbono aportado al conducto de medio 2 por unidad de tiempo descienda con el aumento del porcentaje de gas en el conducto de alimentación 3. Por lo tanto, a la vez cambia la presión diferencial entre los equipos para la medición de la presión 7 y 8. La unidad de control 9 registra este cambio y envía a la válvula de regulación 6 una señal de control para la adaptación del caudal de dióxido de carbono en el conducto de alimentación 3.

Para hacer posible una dosificación exacta del dióxido de carbono, el dispositivo 1 se tiene que calibrar antes de ser utilizado para la regulación. Con este fin se introducen caudales de dióxido de carbono gaseosos conocidos, a través del conducto de alimentación 3, en el medio fluido (conociéndose también el valor del caudal del medio que pasa por el conducto del medio 2 y se registran las diferencias de presión resultantes entre los equipos para la medición de la presión 7 y 8 para el trazado de una curva de calibrado. A continuación, la cantidad de dióxido de carbono inyectado en el conducto de medio 2 se puede determinar con precisión, sin necesidad de una medición directa de la cantidad de dióxido de carbono que fluye a través del conducto de alimentación 3. Alternativamente también se puede emplear una curva de calibrado calculada para el respectivo obstáculo de flujo.

Por otra parte se tiene que vigilar que el conducto de alimentación 3 no se obstruya aguas arriba de la válvula de regulación 6 a causa de la acumulación masiva de burbujas de gas. Por esta razón conviene evitar en lo posible cuellos de botella o tramos de conducto que conduzcan hacia abajo o inclinados hacia abajo. En lugar o como complemento de la mezcladora estática 5 también se puede prever otro obstáculo de flujo, en el que se mida la diferencia de presión, por ejemplo un orificio de medición. El obstáculo de flujo se puede disponer además aguas abajo del punto de inyección 4. Por otra parte, en lugar del suministro de gas desde una botella o un haz de botellas, también se puede utilizar un depósito.

Lista de referencias

1	Dispositivo
2	Conducto del medio
3	Conducto de alimentación
4	Punto de inyección
5	Mezcladora estática
6	Válvula de regulación
7	Equipo para la medición de la presión
8	Equipo para la medición de la presión
9	Unidad de control
10	Elemento antirreflujo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la inyección regulada de un gas en un medio fluido, en el que una corriente de gas aportada a través de un conducto de alimentación (3) se introduce en al menos un punto de inyección (4) en un conducto de medio (2) que transporta una corriente de un medio fluido, caracterizado por que en el conducto de medio (2), en la zona del punto de inyección (4) o aguas abajo del punto de inyección (4) o de los puntos de inyección, se mide de forma continua una pérdida de presión, que se emplea como parámetro de regulación para el control de una válvula de regulación (6) dispuesta en el conducto de alimentación (3).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la corriente de gas aportada al conducto de medio (2) se compone, al menos en parte y/o al menos temporalmente, de gas licuado que se evapora al entrar en el medio fluido del conducto de medio (2).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que una corriente de gas o varias corrientes de gas se introducen en varios puntos de inyección (4) en el conducto de medio (2), regulándose en dependencia de la medición de una pérdida de presión, aguas debajo de los puntos de inyección (4), la cantidad total del gas inyectado.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para la medición de la pérdida de presión se mide de forma continua, respectivamente aguas arriba y aguas debajo de un obstáculo de flujo (5) dispuestos en el conducto de medio (2), la presión en el conducto de medio (2), determinándose a partir de las mediciones un valor para una presión diferencial, que se emplea como parámetro de regulación para el control de la válvula de regulación (6).

5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la presión en el conducto de medio se mide aguas arriba y aguas abajo del punto de inyección (4).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la corriente de gas se compone de dióxido de carbono.

7. Dispositivo para la inyección regulada de un gas en un medio fluido, con un conducto de alimentación (3) conectado a una fuente para un gas y dotado de una válvula de regulación (6) activable para la corriente de gas, que desemboca en al menos un punto de inyección (4) en un conducto de medio (2) que transporta un medio fluido, caracterizado por que en el conducto de medio (2) se dispone un obstáculo de flujo (5) y por que, aguas arriba y aguas abajo del obstáculo de flujo (5) o del punto de inyección (4) y del obstáculo de flujo (5), se dispone respectivamente un dispositivo de registro de presión (7, 8) para el registro de la presión en el conducto de medio (2), que presenta una conexión de datos con la válvula de regulación (6) del conducto de alimentación (3), de manera que una pérdida de presión se pueda medir constantemente y utilizar como parámetro de regulación para el control de una válvula de regulación dispuesta en el conducto de alimentación.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por que como obstáculo de flujo (5) se prevé una mezcladora estática o un orificio de medición.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por que en el conducto de alimentación (3) se dispone, en la zona del punto de inyección (4), un elemento antirreflujo (10).

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que como fuente para el gas licuado se emplean una botella de gas, un haz de botellas, varios haces de botellas o un deposito.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por que los elementos de registro de presión (7, 8) y la válvula de regulación (6) presentan una conexión de datos con una unidad de control (9), por medio de la cual se puede regular la afluencia de gas licuado a través del conducto de alimentación (3) según un programa predeterminado.

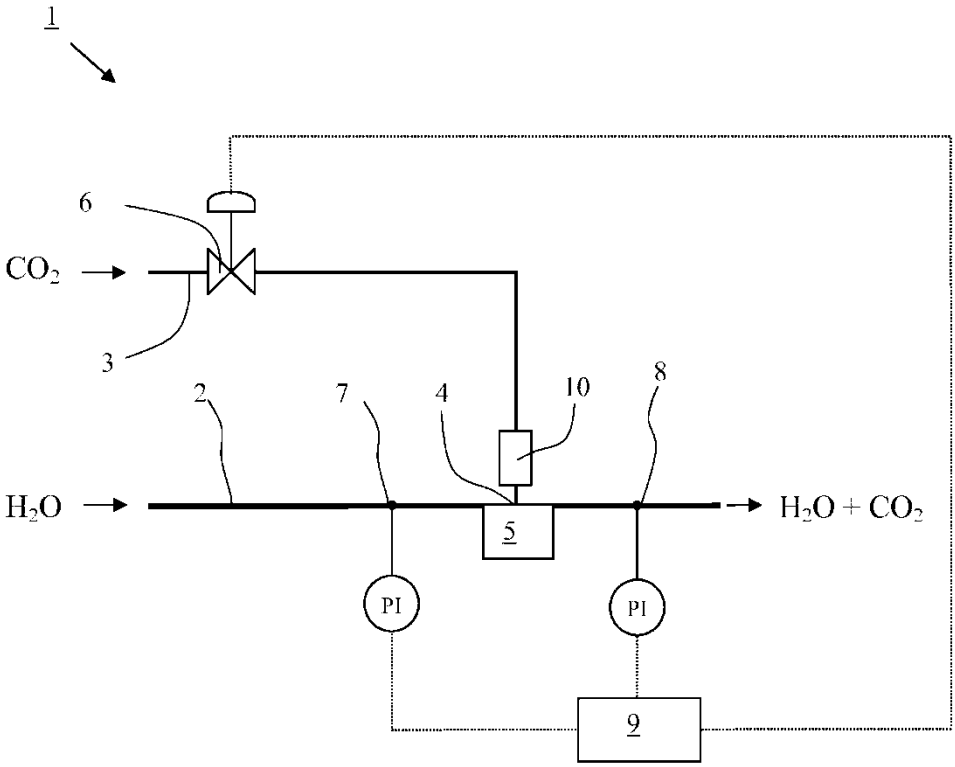

Fig. 1