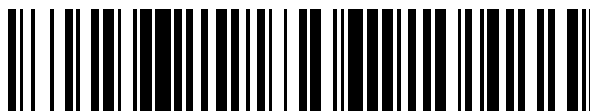


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 528**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

C12M 1/00 (2006.01)

B01D 19/00 (2006.01)

B01J 19/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2015** **PCT/EP2015/001552**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2016** **WO16020045**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2015** **E 15750926 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019** **EP 3393624**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la desgasificación selectiva de metano de un líquido de lavado**

30 Prioridad:

08.08.2014 DE 102014011529

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

31.01.2020

73 Titular/es:

KLEIN, HARALD (100.0%)
Frauenschuhweg 5
37217 Witzhausen, DE

72 Inventor/es:

KLEIN, HARALD

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 739 528 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 y dispositivo para la desgasificación selectiva de metano de un líquido de lavado

5 **Campo de la técnica:**

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo y su uso para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que también contiene dióxido de carbono, como en particular en un lavado con agua a presión, así como un correspondiente uso del dispositivo. Procedimientos de lavado con agua a presión se utilizan sobre todo en plantas de biogás para la limpieza del biogás bruto. En un lavado con agua a presión, se lava sobre todo dióxido de carbono de una mezcla de gas como, por ejemplo, una mezcla de gas bruto que contiene aproximadamente un 52 % de metano y aproximadamente un 48 % de carbono, con líquido de lavado solicitado con presión que se compone mayoritariamente de agua. Normalmente, la mezcla de gas es lavada en contracorriente con el líquido de lavado. Por el documento DE102005051952B3 se conoce un procedimiento para la fabricación de metano y dióxido de carbono líquido de gas de refinería y/o biogás. Con el procedimiento de lavado con agua a presión se puede transformar biogás bruto en biometano con aproximadamente un 98 % de contenido de metano. En el proceso de lavado, sin embargo, también se arrastra una pequeña parte de metano de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 2 % del gas lavado al líquido de lavado y en la desorción es liberado a la atmósfera junto con el dióxido de carbono como gas de escape. Este gas de escape contaminado con metano representa un problema, tanto desde el punto de vista técnico-medioambiental como desde el punto de vista legal de las emisiones.

Un líquido de lavado que, por ejemplo, después de la etapa de absorción de un procedimiento de lavado con agua a presión, se compone mayoritariamente de agua y contiene metano y dióxido de carbono es un líquido de lavado que se compone de agua al menos en más de la mitad de sus proporciones. Así, pues, el líquido de lavado puede estar compuesto, excepto por el metano y dióxido de carbono contenidos, solo de agua, o también puede presentar adiciones si, a este respecto, la proporción de agua en el líquido de lavado supera al menos la mitad. Se conocen aditivos del agua para líquidos acuosos como, por ejemplo, dietanolamina. El tamaño de las proporciones de aditivos en el líquido de lavado, en función del tipo del líquido de lavado, puede situarse en el intervalo de cero hasta al límite en el que la proporción de agua se sitúa aún por encima de la mitad. Por ejemplo, en el procedimiento desvelado en el documento WO2008/092604, se utiliza líquido de lavado con una concentración de dietanolamina del 15 % al 50 %.

35 **Estado de la técnica:**

Para metano contenido a gran profundidad en agua a elevada presión estática, se conocen procedimientos para la desgasificación del metano del agua en los que, por medio de presión estática reducida que actúa sobre el agua, se desgasifica el metano. Así, en el documento WO2004/103913A1 se desvela un procedimiento y un dispositivo en los que se promueve la formación de burbujas de gas en el agua que contiene metano disuelto mediante ultrasonido. También se conocen métodos para la desgasificación de líquido de lavado en lavados con agua a presión mediante cambios de presión como, por ejemplo, con el empleo de separadores centrífugos desvelado en el documento EP2570164A1. También en el procedimiento desvelado en el documento WO2008/092604A1 se realiza la desgasificación del líquido de lavado mediante cambios de presión. Además, se desvela un procedimiento y un dispositivo de un tratamiento ultrasónico de líquido de lavado para la desgasificación de dióxido de carbono de líquido de lavado en el documento DE102008039171A1. Sin embargo, en este documento no se distingue entre diferentes gases disueltos en el líquido de lavado. En el documento US2009/0156875A1 ciertamente se menciona una separación de metano de un líquido de lavado que contiene dióxido de carbono, pero no se indica con detalle de qué manera puede efectuarse esto. Desventajoso en los actuales procedimientos de limpieza y desorción de líquido de lavado en un lavado con agua a presión y en los dispositivos para ello es sobre todo la proporción demasiado elevada de metano en el gas de escape que contiene mayoritariamente dióxido de carbono. La proporción de metano porcentualmente demasiado elevada en el gas de escape debe reducirse por razones técnico-ambientales y de normativa de las emisiones mediante tratamiento químico, térmico y biológico del gas de escape de elevados costes y consumo energético. Hasta ahora no se conoce ningún procedimiento efectivo ni ningún dispositivo para la reducción selectiva de la proporción de metano disuelta en el líquido de lavado de un lavado con agua a presión en relación con la proporción de dióxido de carbono disuelta. De manera muy general, en el documento WO2012/030368A1 se desvela un procedimiento y un dispositivo para la separación de componentes en un líquido mediante la acción de ondas electromagnéticas en el intervalo de radiofrecuencia sobre el líquido, correspondiéndose la frecuencia aproximadamente a la frecuencia vibratoria del componente que debe separarse del líquido. En el documento WO2012/030368A1, sin embargo, ni se menciona especialmente un procedimiento o dispositivo para la desgasificación de metano de un líquido de lavado ni se propone una solución para la problemática del gas de escape en un lavado con agua a presión.

En el documento EP 2 609 988 A1 se desvela un procedimiento de baja temperatura para la desorción de líquidos de lavado que contienen aminas de procesos de lavado de gas, así como un dispositivo para ello. En el procedimiento de baja temperatura descrito, con el dispositivo se comprime el líquido de lavado, se calienta, se excita para que se formen gérmenes de nucleación, se deja relajar otra vez y es llevado a una zona de reposo y

sedimentación para la desgasificación, así como se alimenta después otra vez al menos en una parte a la zona de compresión en circuito. Una desgasificación selectiva de metano del líquido de lavado no se menciona en este documento. Con respecto a ondas electromagnéticas, en el documento EP 2 609 988 A1 únicamente se indica un calentamiento electromagnético en la banda RF o de microondas para la reducción de espuma.

En el documento EP 1 504 813 A1 se desvela un procedimiento para la formación de plasma en un líquido, así como un dispositivo para ello. A este respecto, se generan burbujas con un generador de ultrasonido en el líquido o se estimula la vibración y se irradia el líquido, junto con las burbujas, con ondas electromagnéticas. El dispositivo descrito en este documento no es apropiado para la desgasificación de metano de líquido de lavado ni está previsto para ello, sino para la descomposición de sustancias venenosas. Con el dispositivo del documento EP 1 504 813 A1 se forma un plasma en el líquido. Las frecuencias de las ondas electromagnéticas se sitúan en el documento EP 1 504 813 A1 principalmente en 2 GHz y por encima.

El documento EP 2 570 164 A1 desvela un dispositivo y un procedimiento para la desgasificación de metano de un líquido de lavado que se compone mayoritariamente de agua y contiene también dióxido de carbono, pudiéndose reducir mediante cierto tratamiento mecánico/térmico la retención del metano en el líquido de lavado y/o pudiéndose poner en movimiento el metano en el líquido de lavado.

La invención se basa, por tanto, en el objetivo de proporcionar un procedimiento mejorado y un dispositivo correspondientemente mejorado para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que también contiene dióxido de carbono, así como un uso de tal dispositivo.

Resumen de la invención:

El objetivo se consigue mediante un procedimiento de acuerdo con las características de la reivindicación 1, así como correspondientemente mediante un dispositivo de acuerdo con las características de la reivindicación 11, así como correspondientemente mediante un uso del dispositivo de acuerdo con las características de la reivindicación 15.

El procedimiento para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que también contiene dióxido de carbono, como en particular en un lavado con agua a presión, se caracteriza por la acción de ondas electromagnéticas o de campo alterno electromagnético sobre el líquido de lavado con al menos una frecuencia dentro de un intervalo de frecuencia de 0,5 a 10 megahercios, pudiéndose reducir mediante la acción en la al menos una frecuencia la retención del metano en el líquido de lavado y/o pudiéndose poner en movimiento el metano en el líquido de lavado. De este modo, se aflojan las moléculas de metano o las acumulaciones de metano en el líquido de lavado en el cúmulo de agua, mientras que, por el contrario, el dióxido de carbono contenido en el líquido de lavado no es excitado o lo es menos. Mediante las ondas electromagnéticas que actúan sobre el líquido de lavado o el campo alterno electromagnético las moléculas de metano o acumulaciones de las mismas contenidas en él son excitadas por ellas, como, por ejemplo, puestas en vibración. Una molécula de metano o las acumulaciones de la misma alrededor de los cúmulos de agua se rompen o se debilitan las fuerzas de enlace de metano en el agua, lo que hace que el metano pueda escapar más fácilmente del líquido de lavado, de tal modo que del líquido de lavado tratado con las ondas electromagnéticas o el campo alterno electromagnético pueda desgasificarse de metano en mayor porcentaje que la mezcla de gas contenida en el líquido de lavado. El porcentaje restante del metano en la mezcla de gas contenida en el líquido de lavado es entonces menor. De este modo, en la posterior desorción de la mezcla de gas del líquido de lavado es menor la proporción del metano en el gas de escape. Esto es ventajoso desde el punto de vista técnico-ambiental y /o de la normativa relativa a las emisiones. Ya no es necesario un tratamiento posterior del gas de escape, caro y con alto consumo energético, con respecto al metano y el metano desgasificado por medio del procedimiento de acuerdo con la invención puede reutilizarse, por ejemplo, para calefacción o en motores de gas, ahorrando energía y costes.

En las reivindicaciones dependientes, se indican diseños, perfeccionamientos y mejoras ventajosas del correspondiente objeto de la invención.

Particularmente buena es al menos una frecuencia de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético en el intervalo de 1,2 a 4,4 megahercios, destacando ventajosamente muy en particular el intervalo de frecuencia de 1,7 a 2,0 megahercios o el intervalo de 2,7 a 3,0 megahercios. De ello, se sigue en cada caso una proporción particularmente elevada de metano en el gas o mezcla de gas desgasificado.

De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, sobre el líquido de lavado durante la acción de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético, actúa una presión estática de más de un bar, siendo particularmente ventajosa una presión estática de dos a cuatro bares. De este modo, la eficacia de la desgasificación selectiva del metano del líquido de lavado es particularmente elevada.

De acuerdo con otro perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, se utiliza material catalizador de metano como en particular níquel en contacto con el líquido de lavado. Por ejemplo, mediante la utilización de níquel muy puro se obtiene adicionalmente un efecto catalizador en la reacción $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ que eleva adicionalmente la

proporción de metano en la mezcla de gas desgasificada. Particularmente buenos para esta parte adicional catalizadora del procedimiento son electrodos que contienen el material catalizador que se encuentran en el líquido de lavado para la generación de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético. Preferentemente, durante o después de la etapa de procedimiento de la acción de ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético, se efectúa como etapa de procedimiento la reducción de la presión sobre el líquido de lavado.

De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, se efectúa la etapa de procedimiento adicional de la captación del gas que contiene metano o mezcla de gas que contiene metano desgasificado del líquido de lavado. Preferentemente, en otra etapa de procedimiento, se deriva el gas que contiene metano o mezcla de gas que contiene metano con fines calefactores o alternativamente a un nuevo lavado con agua a presión. De esta manera, se reutiliza ahorrando energía y costes el gas que contiene metano o mezcla de gas que contiene metano desgasificado. Mediante un nuevo lavado con agua a presión del gas o mezcla de gas desgasificado que contiene metano se eleva la eficacia de la obtención de metano a partir de biogás bruto.

Preferentemente, el procedimiento se intercala después de la etapa de absorción y antes de la etapa de desorción dentro de un procedimiento de lavado con agua a presión para plantas de biogás. Precisamente en el lavado con agua a presión en plantas de biogás, la reducción de la proporción de metano en el líquido de lavado económica y energéticamente eficiente y, por tanto, en los gases de escape, es un avance esencial. Ventajosamente, la etapa de procedimiento de la reducción de la presión sobre el líquido de lavado está contenida en la última etapa de desgasificación en columna flash antes de la etapa de desorción del procedimiento de lavado con agua a presión. Con ello, coinciden una etapa de un conocido procedimiento de lavado con agua a presión y del procedimiento de acuerdo con la invención, lo que ahorra costes y esfuerzo.

Finalmente, las características de las reivindicaciones dependientes para el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden combinar de manera esencialmente libre entre sí y no en el orden fijado por las reivindicaciones en la medida en que son independientes entre sí.

El objetivo se resuelve en lo que respecta a un dispositivo mediante un dispositivo para la realización de un procedimiento de acuerdo con la invención para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que también contiene dióxido de carbono, como en particular en un lavado con agua a presión, con un recipiente con al menos una abertura de entrada y al menos una abertura de salida para líquido de lavado y con al menos un equipo apropiado para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de campo alterno electromagnético dentro de un intervalo de frecuencia de 1,7 a 2,0 megahercios y/o de 2,7 a 3,0 megahercios, así como apropiado para la acción sobre al menos una parte de líquido de lavado que se encuentra en el recipiente. Con un dispositivo de este tipo, se obtienen las ventajas descritas anteriormente con respecto al procedimiento de acuerdo con la invención. En estos intervalos de frecuencia se encuentran frecuencias que aflojan muy bien de manera selectiva las moléculas de metano o las acumulaciones de metano en el líquido de lavado de los cúmulos de agua, mientras que, por el contrario, el dióxido de carbono contenido en el líquido de lavado no es excitado o lo es menos.

Preferentemente, el dispositivo contiene una unidad de control para el control del al menos un equipo para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de campo alterno electromagnético. Con la unidad de control pueden armonizarse entre sí los distintos tratamientos del líquido de lavado y controlarse de manera flexible según la necesidad, como, por ejemplo, la frecuencia, intensidad y duración del tratamiento con ondas electromagnéticas o con campo alterno electromagnético.

De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso, el dispositivo comprende una unidad de análisis para el análisis del líquido de lavado y / o del gas desgasificado que contiene metano o mezcla de gas que contiene metano. De este modo, se pueden averiguar datos como, por ejemplo, la proporción de metano, con cuya ayuda se pueda determinar la efectividad del dispositivo y, en caso necesario, optimizarse. Los datos analizados son ventajosos en el control del dispositivo.

De acuerdo con otro diseño ventajoso, el equipo para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de campo alterno electromagnético comprende electrodos para la acción sobre el líquido de lavado. De este modo, se puede tratar de manera particularmente buena un gran volumen de líquido de lavado con un campo eléctrico fluctuante. Otra mejora son electrodos con un material catalizador de metano como en particular níquel, pues de este modo se eleva aún más la captación de metano con el dispositivo, lo que es particularmente efectivo, sobre todo, si se crea una tensión de frecuencia correspondiente al níquel.

Preferentemente, el dispositivo de acuerdo con la invención contiene un equipo para la reducción de la presión sobre el líquido de lavado. Este puede comprender, por ejemplo, un generador de ultrasonido por medio del cual se pueda acoplar ultrasonido en el líquido de lavado tratado con ondas electromagnéticas o con campo alterno electromagnético, y en las fases de depresión del ultrasonido se reduzca la presión sobre el líquido de lavado, lo que puede llevar hasta la cavitación en el líquido de lavado, en la que, como se sabe, se pueden desgasificar particularmente bien gases contenidos en un líquido. Según otra variante ventajosa, el equipo para la reducción de

la presión sobre el líquido de lavado comprende una columna flash aguas abajo del tratamiento con ondas electromagnéticas o campo alterno electromagnético. Esta, como se sabe, es un agente particularmente bueno para la desgasificación de líquidos.

5 De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso, el dispositivo contiene un equipo de captación de gas para la captación del gas desgasificado con el dispositivo del líquido de lavado. Este gas o mezcla de gas que contiene metano se puede reutilizar ventajosamente, por ejemplo, para fines calefactores o en motores de gas o de nuevo en el lavado con agua a presión.

10 De acuerdo con un diseño ventajoso, el dispositivo o varios de ellos están diseñados de manera que pueden integrarse en una planta de lavado con agua a presión de una planta de biogás después de un equipo de absorción y antes de una unidad de desorción. Precisamente en el lavado con agua a presión en plantas de biogás, la reducción económica y energéticamente eficiente de la proporción de gas en el líquido de lavado y, por tanto, en los gases de escape, es un avance esencial. Otra mejora es una integración del al menos un dispositivo con una conexión de bypass en una instalación de lavado con agua a presión en la limpieza del líquido de lavado, de tal modo que el dispositivo o dispositivos se puede o pueden activar y desactivar durante la limpieza del líquido de lavado en función de la necesidad, lo que permite un manejo particularmente flexible y, por tanto, energéticamente eficiente, del dispositivo o dispositivos dentro de la instalación de lavado con agua a presión.

20 Finalmente, las características de las reivindicaciones dependientes para el dispositivo de acuerdo con la invención se pueden combinar de manera esencialmente libre entre sí y no en el orden fijado por las reivindicaciones en la medida en que son independientes entre sí.

25 Un generador de ultrasonido es comúnmente un transductor ultrasónico que funciona con electricidad como, por ejemplo, un sonotrodo.

Correspondientemente, el objetivo se resuelve mediante el uso de un dispositivo de acuerdo con la invención y/o un dispositivo, que contiene un recipiente con al menos una abertura de entrada y al menos una abertura de salida para líquido de lavado y al menos un equipo apropiado para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de un campo alterno electromagnético dentro de un intervalo de frecuencia de 0,5 a 10 megahercios, así como apropiado para la acción sobre al menos una parte de líquido de lavado que se encuentra en el recipiente, para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que también contiene dióxido de carbono, como en particular en un lavado con agua a presión.

35 **Breve descripción de los dibujos:**

Con ayuda de los dibujos, se explican ejemplos de realización de la invención.

Muestran

40 la Figura 1 un diagrama de flujo de un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención,

la Figura 2, un diagrama de bloques de una instalación de lavado con agua a presión con un ejemplo de realización de la invención,

45 la Figura 3, un diagrama de bloques de una instalación de lavado con agua a presión con otro ejemplo de realización de la invención,

50 la Figura 4a, en la sección transversal a lo largo del eje longitudinal y perpendicularmente a electrodos contenidos diseñados en plataforma, un ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención,

la Figura 4b, en la sección transversal a lo largo del eje longitudinal y paralelamente a electrodos contenidos diseñados en plataforma, el mismo ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención,

55 la Figura 5, en la sección transversal a lo largo del eje longitudinal, otro ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención, y

la Figura 6, en la sección transversal a lo largo del eje longitudinal esquemáticamente, una columna flash convencional de acuerdo con el estado de la técnica.

60 **Descripción detallada de la invención:**

Todos los dibujos deben entenderse esquemáticamente. Se ha renunciado a representaciones fieles a escala en aras de una mayor claridad de la representación.

65 La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la

invención. A este respecto, se conduce a un recipiente líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua, como, por ejemplo, de un lavado con agua a presión de biogás bruto. El líquido de lavado contiene el dióxido de carbono lavado del biogás bruto y pequeñas cantidades de metano de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 2 % del gas lavado. En la primera etapa de procedimiento 100, el líquido de lavado introducido en un recipiente es expuesto a ondas electromagnéticas o un campo alterno electromagnético. Esto sucede a través de un equipo para la emisión de ondas electromagnéticas o un campo alterno electromagnético, como, por ejemplo, por medio de electrodos en el líquido de lavado que generan un campo eléctrico fluctuante. La frecuencia de las ondas electromagnéticas o campo alterno electromagnético se sitúa en el intervalo de frecuencia en el que mediante la acción se puede reducir la retención del metano en el líquido de lavado y/o se puede poner en movimiento el metano en el líquido de lavado, como, por ejemplo, en vibraciones moleculares. La frecuencia se sitúa, por ejemplo, en el intervalo de 0,5 megahercios a 10 megahercios o, por ejemplo, para un efecto particularmente efectivo, en el intervalo de frecuencia de 1,2 megahercios a 4,4 megahercios. También son concebibles varias frecuencias diferentes de varias ondas electromagnéticas simultáneamente que se sitúan en cada caso en un intervalo de frecuencia de los anteriormente descritos efectivos con respecto al metano. Muy particularmente efectivo es el procedimiento con frecuencias de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético en los intervalos de 1,7 a 2,0 megahercios y/o de 2,7 a 3,0 megahercios. La proporción porcentual en la mezcla de gas desgasificada del líquido de lavado de un lavado con agua a presión se puede elevar en comparación con la desgasificación sin aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención en aproximadamente un tercio y, en función del ajuste, incluso más. La potencia eléctrica asciende para la creación de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético, por ejemplo, a 320 vatios de aproximadamente 5,15 voltios de tensión y aproximadamente 62 amperios de amperaje. Mediante la excitación del metano por medio de ondas electromagnéticas o un campo alterno electromagnético, se reduce la retención del metano en el líquido de lavado. El líquido de lavado mayoritariamente compuesto de agua es, por ejemplo, agua, lo que debe entenderse por el término de "mayoritariamente", o, por ejemplo, agua mezclada con aditivos como dietanolamina, situándose la proporción de agua por encima de la mitad, es decir, que la proporción de los aditivos con respecto al agua en el líquido de lavado puede situarse en el intervalo de cero hasta el límite en el que aún la proporción de agua representa más de la mitad. Por el contrario, el dióxido de carbono también contenido en el líquido de lavado no es excitado por las ondas electromagnéticas irradiadas o el campo alterno electromagnético, pues sus frecuencias de excitación se sitúan en otro intervalo de frecuencia. El dióxido de carbono está más fuertemente enlazado en el líquido de lavado que el metano excitado. Así, se da con dióxido de carbono un enlace dipolo-dipolo más fuerte con el agua y, parcialmente, el dióxido de carbono CO_2 reacciona con el agua incluso en ácido carbónico H_2CO_3 . Sobre el líquido de lavado actúa en la primera etapa de procedimiento 100 una presión estática de dos a cuatro bares. También es concebible otra presión estática como, por ejemplo, presión normal o algo más de cuatro bares. Otra parte de procedimiento opcional en la etapa de procedimiento 100 es la catálisis de dióxido de carbono e hidrógeno presentes en el líquido de lavado en metano y agua en el líquido de lavado mediante material catalizador como níquel de alta pureza en contacto con los electrodos diseñados en plataforma para el campo electromagnético fluctuante. Es concebible una optimización del efecto del níquel mediante establecimiento de una tensión correspondiente a la frecuencia del níquel. En la siguiente etapa de procedimiento 110 opcional, se reduce la presión sobre el líquido de lavado. Esto se lleva a cabo, por ejemplo, en una columna flash aguas abajo. También son concebibles otros métodos para la reducción de la presión como, por ejemplo, la reducción de presión repetida por fases mediante sonido acoplado al líquido de lavado. Así, mediante ultrasonido suficientemente grande es posible cavitación en el líquido de lavado, que promueve una desgasificación del metano aflojado mediante la excitación con ondas electromagnéticas o el campo alterno electromagnético en el enlace en el líquido de lavado. También es concebible que las dos etapas de procedimiento 100 y 110 tengan lugar simultánea en lugar de consecutivamente.

En la tercera etapa de procedimiento 120, opcional, es decir, no forzosamente prevista, pero ventajosa, el gas o mezcla de gas desgasificada del líquido de lavado es captada y derivada en la otra etapa de procedimiento 130 opcional para la subsiguiente utilización, por ejemplo, para fines de calefacción o en motores de gas o de nuevo en la etapa de procedimiento opcional 130a para una nueva realización del procedimiento de limpieza como, por ejemplo, un lavado con agua a presión, del gas. El líquido de lavado, después de la desgasificación de acuerdo con la invención del metano, es derivado para la limpieza o desorción en particular de dióxido de carbono aún ligado a él. El procedimiento de acuerdo con la invención está intercalado, por ejemplo, tras la etapa de absorción y antes de la etapa de desorción dentro de un procedimiento de lavado con agua a presión para plantas de biogás. A este respecto, hay una variante de la etapa de procedimiento 110 de la reducción de la presión sobre el líquido de lavado en la etapa de desgasificación en columna flash antes de la etapa de desorción del procedimiento de lavado con agua a presión.

En la figura 2, se muestra un diagrama de bloques de una instalación de lavado con agua a presión 1 con un ejemplo de realización de la invención 3. El gas bruto, por ejemplo, de una instalación de biogás con aproximadamente un 52 % de metano y aproximadamente un 48 % dióxido de carbono, se limpia en la etapa de absorción 5 a una presión de aproximadamente siete bares en el procedimiento a contracorriente con líquido de lavado que se compone o bien en gran parte de agua o bien completamente de agua. A este respecto, el líquido de lavado aloja mayoritariamente el dióxido de carbono contenido en el gas bruto, es decir, que lo lava del gas bruto de tal modo que como gas queda metano limpiado de aproximadamente un 98 % de pureza que después se puede aprovechar bien. En la etapa de absorción 5 contiene, sin embargo, aún la mezcla de gas lavada en el líquido de lavado con aproximadamente un 0,5 % a aproximadamente un 2 % de metano. Tras la etapa de absorción 5, se

relaja el líquido de lavado de aproximadamente siete bares de presión estática al intervalo de aproximadamente dos a aproximadamente cuatro bares de presión estática mediante un equipo de relajación convencional como, por ejemplo, una válvula de expansión, y se deriva a una válvula de paso de tres vías 7 en la que, en función de los requerimientos, el líquido de lavado o bien, según una forma de realización, se alimenta al dispositivo de acuerdo con la invención 3 para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención o bien se deriva enseguida a una columna flash 21 de la instalación de lavado con agua a presión 1. Por ejemplo, mediante análisis previo de la proporción de gas en el líquido de lavado se puede decidir si se utiliza el dispositivo de acuerdo con la invención 3 instalado como conexión de bypass en la instalación de lavado con agua a presión 1 para la desgasificación de metano selectiva o no. Si el líquido de lavado debe ser desgasificado selectivamente de metano, este es derivado desde la válvula de paso de tres vías 7 a un recipiente 11. En este recipiente 11 o junto a él, se encuentra al menos un equipo para la emisión de ondas electromagnéticas o de campo alterno electromagnético mediante cuya acción dentro de un intervalo de frecuencias se puede reducir la retención del metano en el líquido de lavado y/o se puede poner en movimiento el metano en el líquido de lavado.

Así, por ejemplo, las ondas electromagnéticas o el campo alterno electromagnético actúan con frecuencias de 1,85 megahercios y 2,85 megahercios sobre el metano excitándolo en el líquido de lavado, pero también con ondas electromagnéticas o un campo alterno electromagnético en otros intervalos de frecuencia como, por ejemplo, 39 kilohercios se puede reducir la retención del metano en el líquido de lavado. Las ondas electromagnéticas o el campo alterno electromagnético actúan sobre al menos una parte del líquido de lavado, preferentemente sobre todo el líquido de lavado en el recipiente 11. Este equipo contiene parejas de electrodos de níquel muy puro en los que se genera el campo electromagnético que fluctúa sobre el líquido de lavado, es decir, el campo alterno electromagnético. También es concebible un emisor de ondas de radio de intensidad apropiada para la generación de las ondas electromagnéticas que actúan. Un recipiente 11 de este tipo con el equipo para la emisión de las ondas electromagnéticas o el campo alterno electromagnético se designa también como reactor EmF. Una potencia eléctrica de aproximadamente 320 vatios basta ya para un efecto significativo para la desgasificación selectiva de metano del líquido de lavado. Inmediatamente después, el líquido de lavado así tratado llega a una columna flash 13 que pertenece a este ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención 3 en la que se reduce la presión imperante sobre el líquido de lavado. La columna flash 13 está estructurada como una columna flash convencional. En ella 13, se desgasifica el líquido de lavado. También ya en el reactor EmF 11 se separa del líquido de lavado el gas o la mezcla de gas que contiene metano escapado del líquido de lavado. El gas o mezcla de gas que contiene metano es captado en la zona superior 15 de la columna flash 13, conducido a través del conducto 17, guiado arriba fuera de la columna flash 13, hacia el calentador de gas 23. También son concebibles otros usos del gas o mezcla de gas que contiene metano como, por ejemplo, en un motor de gas o el retorno al conducto de entrada de biogás bruto para la etapa de absorción 5 de la instalación de lavado con agua a presión 1.

En la zona inferior de la columna flash 15, el líquido de lavado sobreproporcionadamente desgasificado de metano, pero que aún contiene dióxido de carbono es derivado por medio de otra válvula de paso de tres vías 19 a la segunda columna flash 21 en la que el líquido de lavado sigue siendo desgasificado. También se capta el gas o mezcla de gas que aún contiene metano y es guiado por medio de un conducto para la subsiguiente utilización en un calefactor de gas 23. El líquido de lavado, por el contrario, es derivado por la segunda columna flash 21 a la etapa de desorción 11. En la etapa de desorción 11, el líquido de lavado sigue desgasificándose por medio de aire, escapando ahora esencialmente el dióxido de carbono del líquido de lavado como gas de escape. Este gas de escape ya casi no contiene metano y no es peligroso desde el punto de vista técnico-medioambiental y tampoco desde el punto de vista legal de las emisiones.

También es concebible que el dispositivo de acuerdo con la invención 3 esencialmente solo comprenda un reactor EmF 11 y que el líquido de lavado tratado en él, en lugar de a una primera columna flash 13, sea derivado enseguida a la última columna flash 21 de la instalación de lavado con agua a presión 1. Además, es concebible un fomento de la desgasificación del gas o mezcla de gas que contiene metano del líquido de lavado y durante el tratamiento con las ondas electromagnéticas o el campo alterno electromagnético, por ejemplo, con ultrasonido acoplado mediante un sonotrodo en el líquido de lavado. En las fases de depresión del ultrasonido, se libera el gas o mezcla de gas que contiene metano del líquido de lavado, lo que se efectúa particularmente bien mediante cavitación, que se genera mediante ultrasonido.

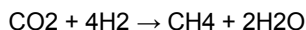
En la figura 3, se muestra en un diagrama de bloques una instalación de lavado con agua a presión 1 con otro ejemplo de realización 3 de la invención. El biogás bruto llega a la etapa de absorción 5, en la que es lavado por medio de lavado con agua a presión esencialmente el dióxido de carbono. La mezcla de gas restante compuesta principalmente de metano se deriva arriba para el subsiguiente uso fuera de la etapa de absorción 5. Por el contrario, el líquido de lavado compuesto al menos mayoritariamente de agua se deriva de la etapa de absorción 5 a tres dispositivos 3 de acuerdo con la invención conectados en paralelo para la desgasificación selectiva con elevada presión estática de dos a cuatro bares. También es concebible otro número de dispositivos 3 de acuerdo con la invención, en función del rendimiento deseado de la desgasificación selectiva de metano del líquido de lavado. A este respecto, también es concebible en cada caso una conexión de bypass para la activación y desactivación de dispositivos 3 individuales o múltiples de acuerdo con la invención en función de la necesidad. El líquido de lavado solicitado con presión llega a los reactores EmF 11 y es tratado en ellos por medio de electrodos que contienen níquel acoplados en el líquido de lavado con ondas electromagnéticas o un campo alterno electromagnético. La

frecuencia se sitúa a este respecto en un intervalo de frecuencia en el que mediante la acción de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético se reduce la retención del metano en el líquido de lavado y/o se pone en movimiento el metano en el líquido de lavado. Por ejemplo, se pueden emplear frecuencias de aproximadamente 1,85 o aproximadamente 2,85 megahercios. Sin embargo, también son posibles otras frecuencias apropiadas en particular en el intervalo de 0,5 a 10 megahercios. El líquido de lavado tratado así en los reactores EmF 11 se deriva inmediatamente mediante un conducto que sigue a continuación en cada caso a la correspondiente columna flash 13 para la desgasificación mediante relajación en particular de la presión sobre el líquido de lavado. Un ejemplo de realización de una columna flash correspondiente al estado de la técnica se representa esquemáticamente en la figura 6. El gas o mezcla de gas desgasificado mediante el tratamiento en el correspondiente reactor EmF 11 con una proporción de metano relativamente alta en la correspondiente columna flash 13, se capta en la zona superior 15 de la correspondiente columna flash 13, mientras que el líquido de lavado selectivamente desgasificado se acumula en la zona inferior de la correspondiente columna flash 13 y se deriva en cada caso en dirección de la etapa de desorción 9 de la instalación de lavado con agua a presión 1. En ella, el líquido de lavado es limpiado del restante gas contenido en él. El gas o mezcla de gas que contiene metano ya captado en las zonas superiores 15 de las columnas flash 13 es guiado conjuntamente por medio de los conductos 17 y llevado de nuevo antes de la etapa de absorción 5 a la alimentación del gas bruto como, por ejemplo, biogás bruto.

En la figura 4a se representa en la sección transversal a lo largo del eje longitudinal y perpendicularmente a los electrodos 29 contenidos como placas un ejemplo de realización del dispositivo 3 de acuerdo con la invención. La figura 4b muestra el mismo dispositivo 3 en la sección transversal a lo largo de su eje longitudinal la vista paralelamente a los electrodos 29 contenidos. El líquido de lavado que contiene dióxido de carbono y metano fluye a través de la abertura de entrada 27 en el recipiente 11 con forma cilíndrica. En este recipiente 11, se encuentran varios electrodos 29 con forma de placa dispuestos paralelamente entre sí, por ejemplo, de níquel. La distancia entre los electrodos 29 con forma de placa asciende en cada caso a solo unos milímetros, por ejemplo, dos milímetros. Electrodos 29 con forma de placa adyacentes en cada caso están fijados mediante soportes 45 de manera eléctricamente aislada entre sí por medio de aislantes 47 representados en la figura 4a. El polo eléctrico de electrodos 29 con forma de placa adyacentes es contrario en cada caso, estando conectados estos de manera eléctricamente conductora en cada caso mediante la correspondiente conexión 49 representada en la figura 4b con el correspondiente de los dos conductos 31. Los dos conductos 31 conducen a un generador que proporciona corriente alterna electromagnética para el campo alterno electromagnético que debe generarse en el recipiente 11, hacia arriba fuera del recipiente 11. Estos conductos 31 están representados con líneas de puntos en las figuras 4a y 4b, ya que, estrictamente, no se sitúan en la correspondiente superficie de sección transversal, sino delante o detrás. Se pueden emplear frecuencias del campo alterno electromagnético de 1,8449 megahercios o 2,8449 megahercios. Sin embargo, también son concebibles otras frecuencias apropiadas en las que la acción puede reducir la retención del metano en el líquido de lavado y/o se puede poner en movimiento el metano en el líquido de lavado, en particular en el intervalo de 0,5 megahercios a 10 megahercios. La potencia eléctrica del campo alterno electromagnético que actúa desde los electrodos 29 en el líquido de lavado del recipiente 11 es de 320 vatios. También son concebibles potencias más elevadas, incluso notablemente más elevadas. Mediante la acción del campo alterno electromagnético sobre el líquido de lavado, se produce ya la primera desgasificación de preferentemente metano CH₄ del líquido de lavado. Esta mezcla de gas y el líquido de lavado fluyen tras el tratamiento por medio del campo alterno electromagnético a través de la abertura de salida 33 arriba fuera del recipiente 11. Después, la mezcla de gas desgasificada que contiene metano es separada mediante agentes convencionales como, por ejemplo, en una columna flash del líquido de lavado y, en caso necesario, se prosigue la desgasificación del líquido de lavado.

En la figura 5, se representa en la sección transversal a lo largo del eje longitudinal un ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención 3. El líquido de lavado llega a través de la abertura de entrada 27 al recipiente 11. En el recipiente 11, también designado como reactor EmF, se encuentran electrodos 29. Estos son, por ejemplo, varias placas que están dispuestas paralelamente entre sí y presentan una distancia de las superficies paralelas de solo unos milímetros, por ejemplo, cuatro milímetros. Electrodos 29 con forma de placa adyacentes tienen a este respecto una polarización eléctrica opuesta y están conectados mediante correspondientes contactos 31 con una fuente de corriente 50 que genera tensión alterna eléctrica exteriormente conectada en la frecuencia deseada y apropiada. Los electrodos 29 están compuestos por un material apropiado, en este caso de níquel, pero también son concebibles otros materiales como, por ejemplo, estaño, cobre o grafito. El campo magnético fluctuante generado entre los electrodos 29 actúa sobre el líquido de lavado que se encuentra allí. La frecuencia del campo alterno electromagnético se selecciona a este respecto de tal modo que el metano contenido en el líquido de lavado es puesto en movimiento o se reduce la retención del metano en el líquido de lavado. Para ello, basta, por ejemplo, ya una frecuencia de 1,8 megahercios para determinarse un efecto que inhiba la ligazón en el líquido de lavado del metano contenido en el líquido de lavado. Sin embargo, también con frecuencias específicas más elevadas de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético como, por ejemplo, de aproximadamente 2,85 megahercios se obtiene una significativa elevación ventajosa de la proporción de metano en la mezcla de gas en la posterior desgasificación en los dos siguientes recipientes 25 y 13. Por medio de la unidad de control 41, se puede controlar la tensión, el amperaje y la frecuencia de la fluctuación del campo alterno electromagnético generado en los electrodos 29 y ajustarlos de manera optimizada a la excitación del metano contenido en el líquido de lavado para su desgasificación preferente o selectiva, que se efectúa en particular después en los recipientes 25 y 13.

Mediante la utilización de níquel muy puro como material sobre las superficies de los electrodos se obtiene adicionalmente un efecto catalizador en la reacción



que eleva adicionalmente la proporción de metano en la mezcla de gas posteriormente desgasificada en los recipientes 25 y 13. El líquido de lavado tratado electromagnéticamente en el reactor EmF 11 fluye a través de la abertura de salida 33 al recipiente 25. En este recipiente 25 están instalados como generadores de ultrasonido exteriormente sonotrodos 35 con los que se genera ultrasonido que se acopla al líquido de lavado que se encuentra en el recipiente 25. La frecuencia del ultrasonido así generado se sitúa en este caso en el intervalo de entre 18 y 30 kilohercios. Sin embargo, también son concebibles frecuencias de ultrasonido de más de 30 kilohercios. Es concebible una forma de realización con un único sonotrodo 35. También son posibles sonotrodos que estén en contacto directo con el líquido de lavado, como, por ejemplo, sonotrodos de barra introducidos en el recipiente 25, para la generación y acoplamiento del ultrasonido en el líquido de lavado. La amplitud de sonido del ultrasonido acoplado al líquido de lavado es suficientemente elevada para generar en al menos zonas parciales del líquido de lavado que se encuentra en el recipiente 25 cavitación o burbujitas. Una amplitud de sonido suficientemente elevada depende en particular de la presión estática y la temperatura imperantes en el líquido de lavado. Cuanto mayor es la presión estática, mayor debe ser la amplitud de sonido acoplada del ultrasonido para generar cavitación o burbujitas. Para obtener presión negativa suficiente en la fase de depresión del ultrasonido para cavitación, debe contrarrestarse a este respecto la presión estática presente. Mediante la cavitación o formación de burbujitas, se promueve la desgasificación de componentes de gas contenidos en el líquido de lavado como, por ejemplo, en particular metano. La cantidad y frecuencia de la presión sonora se puede controlar por medio de la unidad de control 41 con respecto a los sonotrodos 35 y ajustarse de manera optimizada a la desgasificación de gas o mezcla de gas que contiene metano. El líquido de lavado así tratado con ultrasonido, así como la parte ya desgasificada del gas o mezcla de gas que contiene metano, fluyen a través de la abertura de salida o entrada 37 a la columna flash 13. En ella, se prosigue la desgasificación del líquido de lavado según el estado de la técnica conocido para una columna flash y se extrae el líquido de lavado desgasificado selectivamente preferentemente de metano para su posterior tratamiento a través de la abertura de salida 39 del recipiente 13 diseñado como columna flash o del dispositivo 3 en su conjunto. Este líquido de lavado es analizado en el lugar por medio de una unidad de análisis 43 en particular para conocer los gases contenidos o disueltos en él como, por ejemplo, metano y dióxido de carbono, y su proporción, y estos datos obtenidos se transmiten a la unidad de control 41, que 41 utiliza estos datos para el ajuste de los sonotrodos 35 para el ultrasonido y de los equipos 29 para la emisión de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético. El gas o mezcla de gas desgasificado del líquido de lavado, que contiene metano, es captado en la zona superior 15 de la columna flash 13 y se deriva a través de una abertura superior para su posterior utilización, por ejemplo, en un motor de gas.

En la figura 6 se representa, en la sección transversal a lo largo del eje longitudinal esquemáticamente, una columna flash 13 convencional de acuerdo con el estado de la técnica. Mediante un conducto de entrada 51, se introduce líquido de lavado que contiene gas y está solicitado con presión en la columna flash 13 y, mediante una especie de alcachofa de ducha 53, se rocía desde arriba en el interior de la columna flash 13, siendo después claramente menor la presión imperante sobre el líquido de lavado en la columna flash. En la zona superior 15 de la columna flash 13, se capta el gas o mezcla de gas desgasificado a este respecto del líquido de lavado y se extrae a través de una abertura superior por medio del conducto 17 para su posterior utilización fuera de la columna flash 13. El líquido de lavado desgasificado que se acumula en la zona inferior de la columna flash 13 y que está ahora bajo una menor presión fluye a través del conducto 55 fuera de la columna flash 13.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que contiene también dióxido de carbono, tal como en particular en un lavado con agua a presión, **caracterizado por** la acción de ondas electromagnéticas o de campo alterno electromagnético sobre el líquido de lavado con al menos una frecuencia dentro de un intervalo de frecuencia de 0,5 a 10 megahercios, pudiéndose reducir mediante la acción en la al menos una frecuencia la retención del metano en el líquido de lavado y/o pudiéndose poner en movimiento el metano en el líquido de lavado (100).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que al menos una frecuencia de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético se sitúa dentro de un intervalo de frecuencia de 1,7 a 2,0 megahercios o de 2,7 a 3,0 megahercios.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el que, durante la acción de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético, sobre el líquido de lavado actúa una presión estática de más de un bar sobre el líquido de lavado.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que, durante la acción de las ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético, sobre el líquido de lavado actúa una presión estática de dos a cuatro bares.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se utiliza material catalizador de metano, tal como, en particular, níquel, en contacto con el líquido de lavado.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5 con la etapa de procedimiento (110) de la reducción de la presión sobre el líquido de lavado que se efectúa durante o después de la etapa de procedimiento (100) de la acción de ondas electromagnéticas o del campo alterno electromagnético.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6 con la etapa de procedimiento adicional (120) de la captación del gas desgasificado del líquido de lavado que contiene metano o de la mezcla de gas que contiene metano.
8. Procedimiento según la reivindicación 7 con la etapa de procedimiento adicional de la derivación (130a) del gas captado que contiene metano o de la mezcla de gas que contiene metano a un nuevo tratamiento en un lavado con agua a presión.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, estando intercalado después la etapa de absorción y antes de la etapa de desorción dentro de un procedimiento de lavado con agua a presión para plantas de biogás.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la etapa de procedimiento (110) de la reducción de la presión sobre el líquido de lavado está contenida en la etapa de desgasificación en columna flash antes de la etapa de desorción del procedimiento de lavado con agua a presión.
11. Dispositivo (3) para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10 para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que también contiene dióxido de carbono, tal como en particular en un lavado con agua a presión, **caracterizado**
 - **por que** el dispositivo (3) contiene un recipiente (11) con al menos una abertura de entrada (27) y al menos una abertura de salida (33) para líquido de lavado,
 - **por que** el dispositivo (3) contiene al menos un equipo (29, 31) apropiado para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de un campo alterno electromagnético dentro de un intervalo de frecuencia de 1,7 a 2,0 megahercios y/o de 2,7 a 3,0 megahercios, así como apropiado para la acción sobre al menos una parte de líquido de lavado que se encuentra en el recipiente (11).
12. Dispositivo (3) según la reivindicación 11, conteniendo una unidad de control (41) para el control del al menos un equipo (29, 31) para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de un campo alterno electromagnético y una unidad de análisis (43) para el análisis del líquido de lavado y/o del gas desgasificado que contiene metano o mezcla de gas que contiene metano.
13. Dispositivo (3) según las reivindicaciones 11 o 12, comprendiendo el equipo (29, 31) para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de un campo alterno electromagnético electrodos (29) para la acción sobre al menos una parte de líquido de lavado que se encuentra en el recipiente (11) y conteniendo el material de los electrodos (29) un material catalizador de metano tal como, en particular, níquel.
14. Dispositivo (3) según una de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende un equipo (13; 25) para la reducción de la presión sobre el líquido de lavado, tal como en particular una columna flash (13) situada aguas abajo.

- 5 15. Uso de un dispositivo (3) según una de las reivindicaciones 11 a 14 y/o de un dispositivo (3) que contiene un recipiente (11) con al menos una abertura de entrada (27) y al menos una abertura de salida (33) para líquido de lavado y al menos un equipo (29, 31) apropiado para la emisión de ondas electromagnéticas o para la creación de un campo alterno electromagnético dentro de un intervalo de frecuencia de 0,5 a 10 megahercios, así como apropiado para la acción sobre al menos una parte de líquido de lavado que se encuentra en el recipiente (11), para la desgasificación de metano de un líquido de lavado compuesto mayoritariamente de agua que también contiene dióxido de carbono, tal como en particular en un lavado con agua a presión.

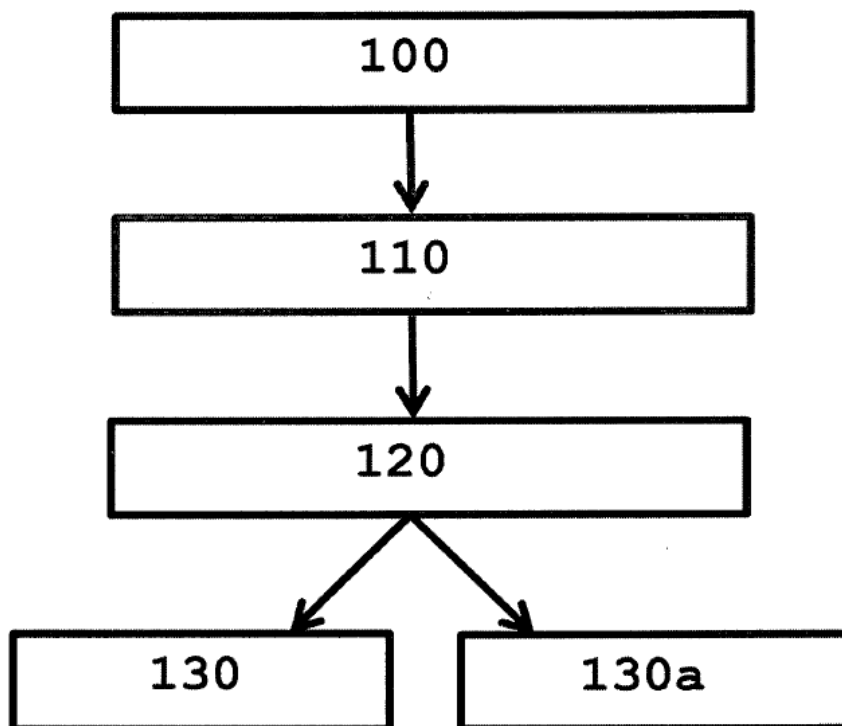


FIG. 1

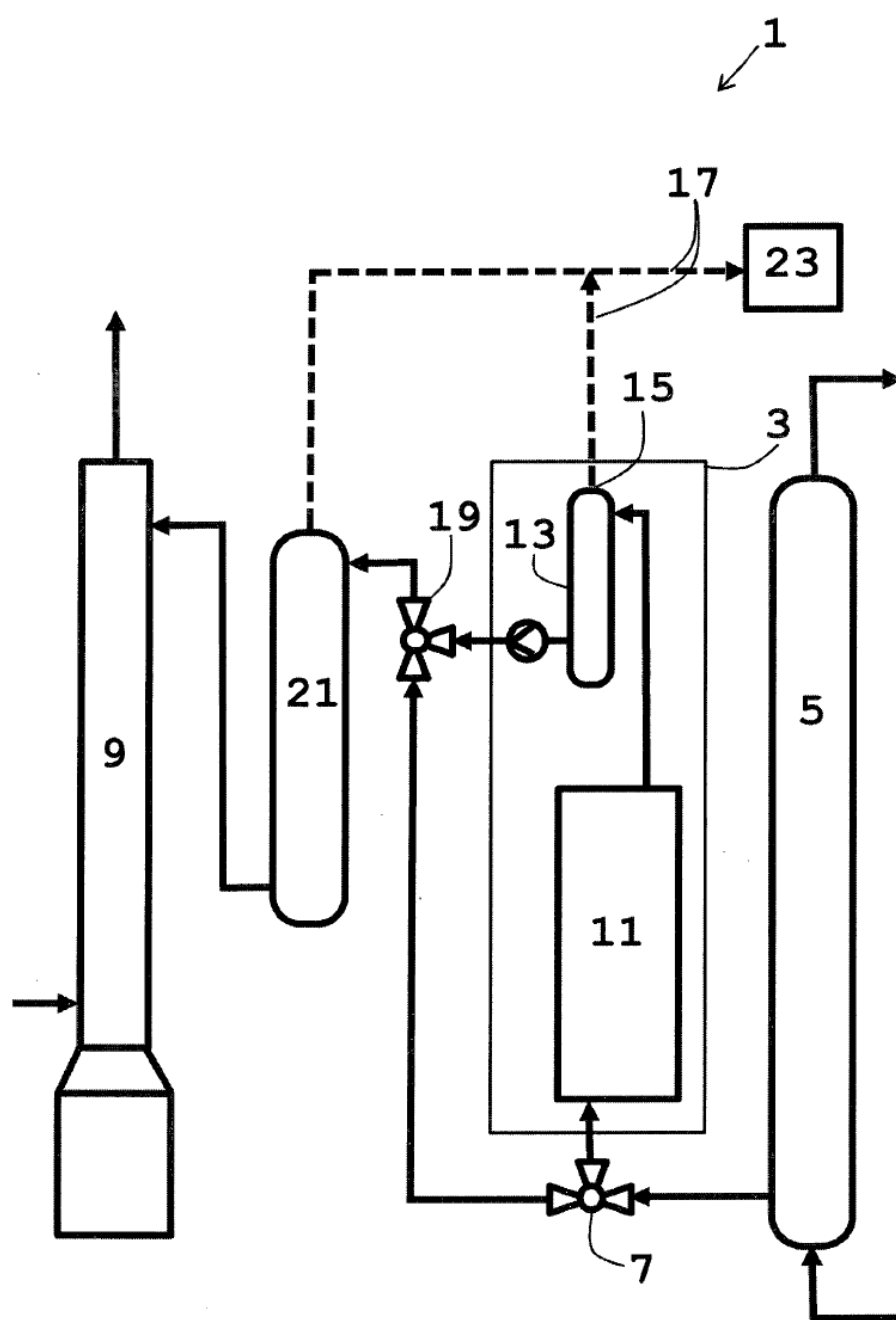


FIG. 2

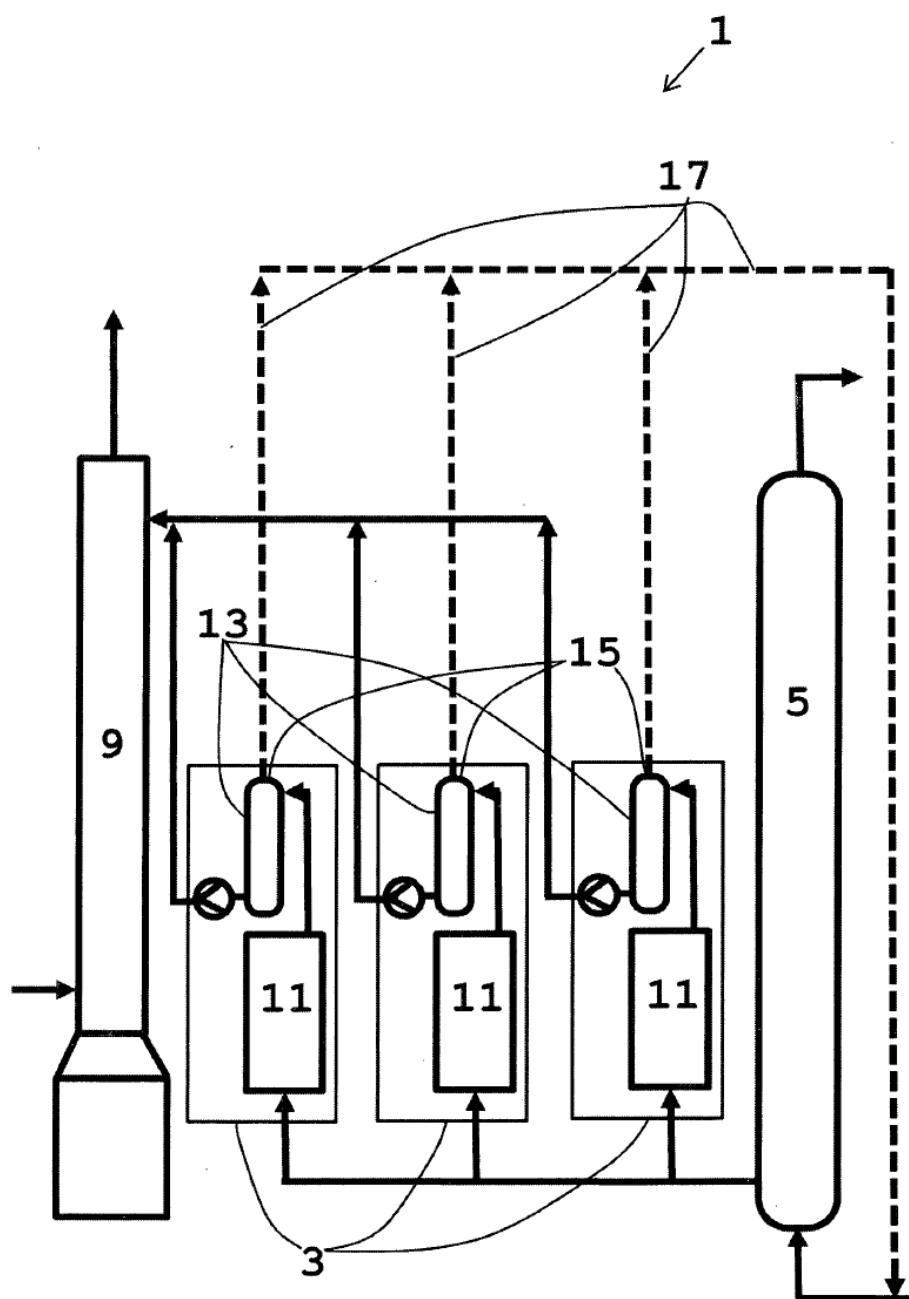


FIG. 3

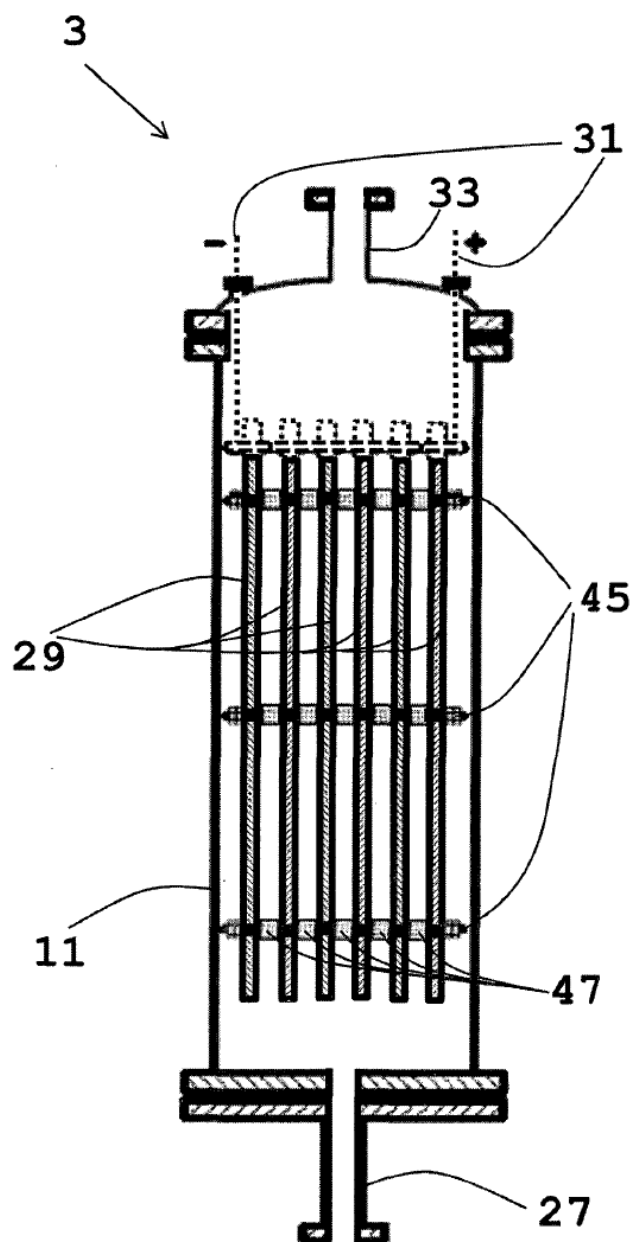


FIG. 4a

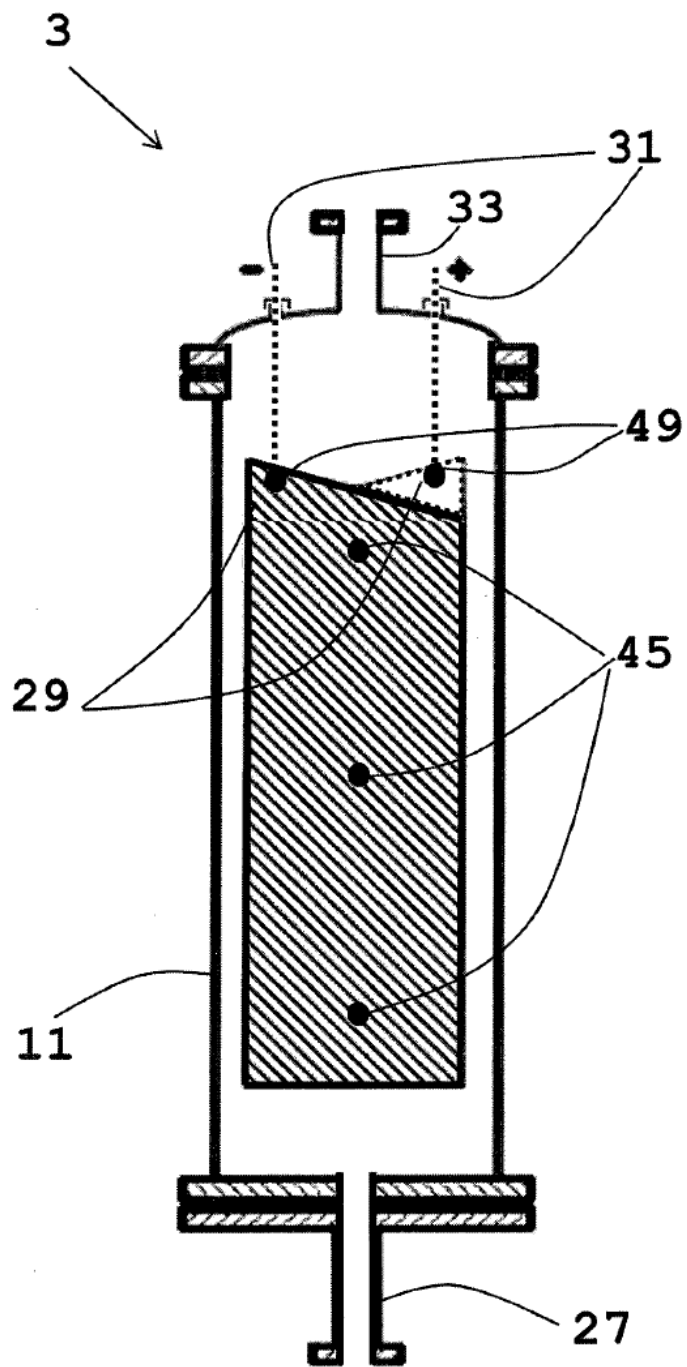


FIG. 4b

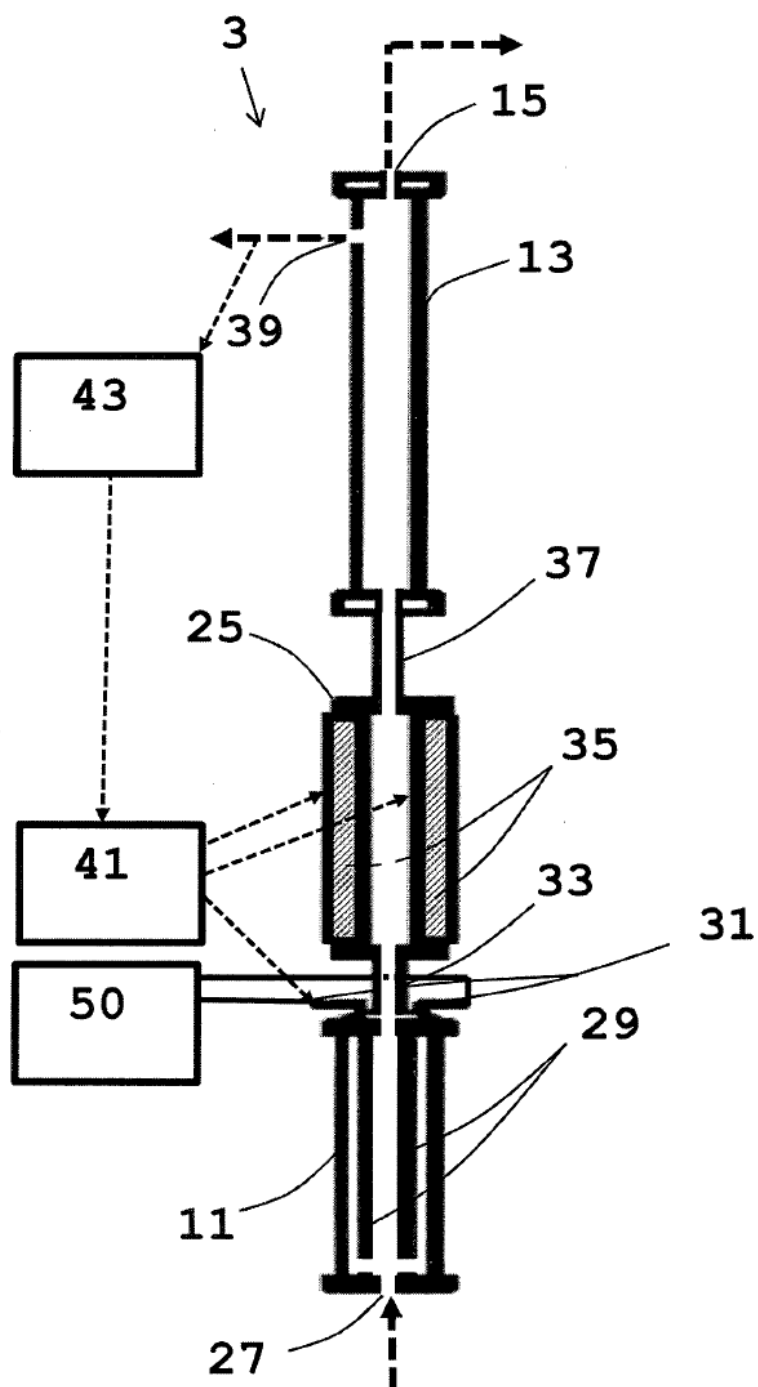
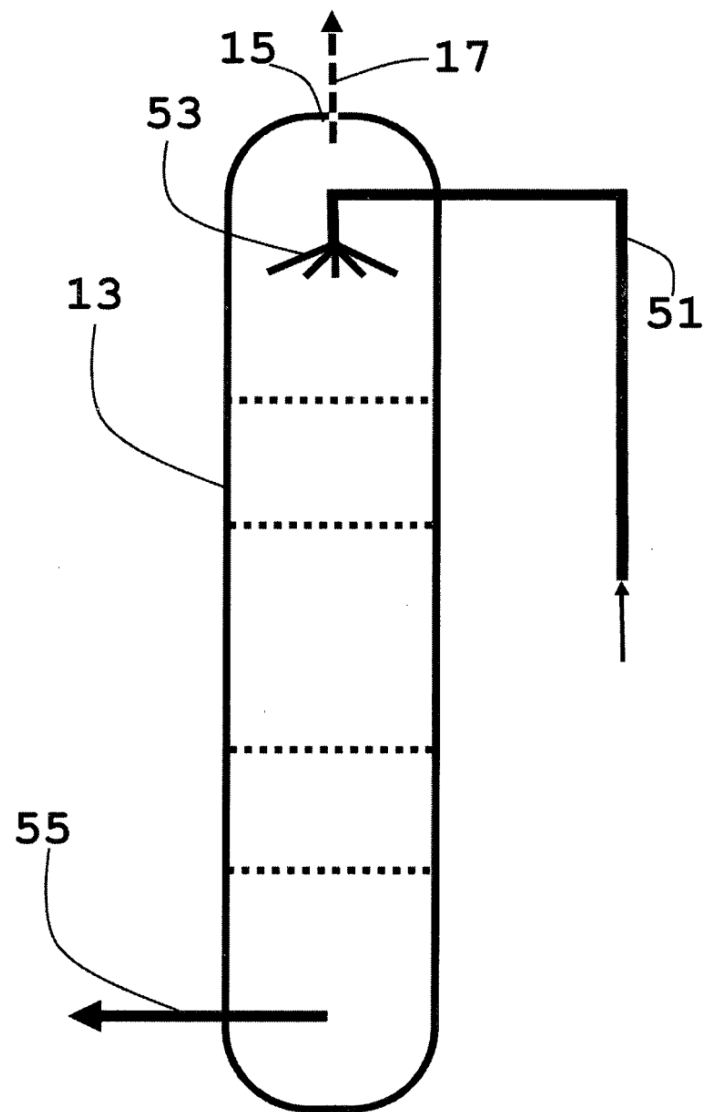


FIG. 5



Estado de la técnica

FIG. 6