(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 996 686**

(51) Int. Cl.:

C25B 1/04 (2011.01)
C25B 9/17 (2011.01)
C25B 9/73 (2011.01)
C25B 11/02 (2011.01)
C25B 15/08 (2006.01)
C10L 3/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2018 PCT/EP2018/075336**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2019 WO19057764**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2018 E 18780038 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024 EP 3684965**

(54) Título: **Método y sistema para producir una mezcla de gases**

(30) Prioridad:

21.09.2017 EP 17192449

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2025

(73) Titular/es:

HYMETH APS (100.00%)
Maskinvej 5
2860 Søborg, DK

(72) Inventor/es:

BISHWAS, SUMON

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, 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

Método y sistema para producir una mezcla de gases

Campo técnico

La presente divulgación se refiere a un método y un sistema para producir una mezcla de gases.

Antecedentes de la invención

En el subcontinente, por ejemplo, las estufas anticuadas que se utilizan para cocinar suelen quemar una mezcla de madera, heno o estiércol de vaca. Este combustible ha sido recolectado normalmente por las mujeres del hogar. Durante la recolección, las mujeres pueden verse obligadas a alejarse de la seguridad que les proporciona su hogar. Además, se ha demostrado que el humo del fuego producido por las estufas aumenta el riesgo de ciertas enfermedades, tales como la neumonía, las enfermedades respiratorias crónicas y las cardiopatías.

WO 2013/190581 A1 divulga una unidad para la acumulación de energía que comprende: un electrolizador diseñado para proporcionar electrólisis de H2O para producir H2 y O2, un reactor de metanación diseñado para producir CH4 mediante la reacción del H2 producido por el electrolizador con CO2, una línea de conducción directa de H2 desde el electrolizador hasta el reactor de metanación, y una válvula termostática de seguridad dispuesta en una línea para la extracción del CH4, diseñada para extraer el CH4 producido por el reactor de metanación. El electrolizador comprende una célula electrolítica y un depósito o suministro de agua, conectado hidráulicamente a la célula electrolítica para suministrarle agua como electrolito.

US 5 711 770 A divulga un aparato de conversión de energía de circuito cerrado que incluye una unidad de disociación para disociar el agua en hidrógeno gaseoso y oxígeno gaseoso y separar el hidrógeno gaseoso del oxígeno gaseoso. Una fuente de energía proporciona energía a la unidad de disociación. El gas oxígeno y el gas hidrocarburo reaccionan en una unidad de combustión de hidrocarburos para formar un producto de combustión que comprende gas dióxido de carbono y vapor de agua. Un primer intercambiador de calor enfría el producto de la combustión y condensa el vapor de agua del producto de la combustión. Un separador de dióxido de carbono separa el gas de dióxido de carbono del agua condensada en el primer intercambiador de calor. El gas de dióxido de carbono reacciona con el gas de hidrógeno en un reactor de síntesis de hidrocarburos para formar una mezcla que comprende gas de hidrocarburo y vapor de agua. Un segundo intercambiador de calor enfría la mezcla y condensa el vapor de agua de la mezcla. Un separador de hidrocarburos separa el gas de hidrocarburos del agua condensada en el segundo intercambiador de calor. Un sistema de conductos dirige el gas oxígeno de la unidad de disociación a la unidad de combustión de hidrocarburos, el gas dióxido de carbono de la unidad de combustión de hidrocarburos al reactor de síntesis de hidrocarburos, el agua de la unidad de combustión de hidrocarburos y del reactor de síntesis de hidrocarburos a la unidad de disociación, el gas hidrógeno de la unidad de disociación al reactor de síntesis de hidrocarburos y el gas hidrocarburo del reactor de síntesis de hidrocarburos a la unidad de combustión de hidrocarburos.

Silvano Tosti et al: “EU scenarios of renewable coal hydrogasification for SNG production”, Sustainable Energy Technologies and Assessments, vol. 16, 1 de agosto de 2016, pp. 43-52, divulga que la producción de gas natural en la UE de hasta 100*109 es alcanzable mediante la hidrogasificación del carbón, y que el proceso de hidrogasificación del carbón se basa en una reacción de los polvos de carbón con hidrógeno producido mediante electrólisis del agua y desplazamiento del gas de agua.

Minutillo M et al: “Renewable energy storage system via coal hydrogasification with co-production of electricity and synthetic natural gas”, International Journal of Hydrogen Energy, vol. 39, no. 11, 4 de abril de 2014, pp. 5793-5803, divulga una planta integrada para la co-producción de electricidad y gas natural sintético. La planta consiste en (i) una isla de hidrogasificación, en la que el carbón se gasifica en un entorno de hidrógeno hasta obtener una corriente de gas combustible rico en metano (gas de síntesis), (ii) la isla de potencia, en la que el gas de síntesis se utiliza como combustible para el generador de energía eléctrica mediante una unidad de potencia de pila de combustible de carbonato fundido (MCFC), y (iii) la isla de gas natural sintético, en la que el gas de síntesis se convierte en una corriente de gas natural sintético.

CN 205 258 620 U divulga un sistema de fabricación de utensilios y electrodomésticos de cocina con hidrógeno a partir de energía solar. El sistema de fabricación de hidrógeno por energía solar para utensilios de cocina y electrodomésticos incluye: un panel de células solares, una cubeta de electrólisis de electrolito sólido, una cubeta de electrólisis de electrolito sólido conectada a la electricidad del panel de células solares, un depósito de hidrógeno, un depósito de hidrógeno almacenado a través de la primera tubería intercomunicada con la cubeta de electrólisis de electrolito sólido, una válvula de tres vías en la primera tubería, una válvula de tres vías intercomunicada con la tubería de salida de hidrógeno y una válvula de accionamiento manual en la tubería de salida de hidrógeno.

US 2016/230311 A1 divulga un método de producción de un diamante sintético. Donde el método comprende: (a)

capturar dióxido de carbono de la atmósfera; (b) realizar la electrólisis del agua para obtener hidrógeno; (c) hacer reaccionar el dióxido de carbono obtenido del paso (a) con el hidrógeno obtenido del paso (b) para producir metano; y (d) utilizar el hidrógeno obtenido del paso (b) y el metano obtenido del paso (c) para producir un diamante sintético mediante deposición química en fase de vapor.

KR 2016 0049379 A divulga un dispositivo para mejorar la eficiencia de la combustión de un motor utilizando un dispositivo de electrólisis de agua de polielectrolito, y comprende: un filtro de purificación que purifica el agua, un dispositivo de electrólisis de agua de polielectrolito que electroliza el agua purificada a través del filtro de purificación en hidrógeno y oxígeno mediante un método de electrólisis de agua de polielectrolito sólido, y una línea de suministro de hidrógeno que forma una vía para suministrar hidrógeno generado a partir del dispositivo de electrólisis de agua de polielectrolito a un motor. El filtro de purificación incluye: una parte filtrante porosa que purifica el agua almacenada en un depósito de almacenamiento de agua mediante el paso a través de los poros de filtración, un filtro de presión osmótica inversa que purifica el agua que pasa a través de la parte filtrante porosa mediante la aplicación de presión osmótica inversa, y un filtro de eliminación de iones que elimina los iones incluidos en el agua que pasa a través del filtro de presión osmótica inversa.

Breve descripción de la invención

En vista de lo anterior, un objeto general de la presente divulgación es resolver o al menos reducir los problemas de la técnica anterior.

Por lo tanto, de acuerdo con un primer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un sistema de acuerdo con la reivindicación 1.

El dispositivo de mezclado puede ser, por ejemplo, un conector en T/conector T. El conector en T está configurado para fusionar la corriente de gas hidrocarburo con la corriente de gas oxígeno del dispositivo de electrólisis.

De acuerdo con una realización, el sistema puede comprender una válvula unidireccional conectada a la salida del reactor, en donde el dispositivo mezclador, por ejemplo, un conector en T, está configurado para conectarse a la válvula unidireccional. En particular, la válvula unidireccional puede estar conectada entre el dispositivo de mezclado y la salida del reactor.

El dispositivo de electrólisis comprende una salida de gas hidrógeno y una salida de gas oxígeno; el reactor comprende una entrada de reactor y una salida de reactor; y el dispositivo de mezclado comprende una primera entrada de mezclado, una segunda entrada de mezclado y una salida de la mezcla de gases, y en donde la entrada de reactor está conectada a la salida de gas hidrógeno, la primera entrada de mezclado del dispositivo de mezclado está conectada a la salida de reactor, y la segunda entrada de mezclado está conectada a la salida de gas oxígeno.

El reactor puede ser, por ejemplo, una tubería llena de carbono. El carbono es preferentemente carbono reactivo.

Una realización comprende además una disposición de purificación del agua para proporcionar agua purificada que forme la base del agua utilizada en el dispositivo de electrólisis.

De acuerdo con una realización, la disposición de purificación del agua comprende un filtro de carbón activado.

De acuerdo con una realización, la disposición de purificación del agua comprende un dispositivo de ósmosis inversa.

De acuerdo con una realización, la disposición de purificación del agua comprende un dispositivo de desionización.

De acuerdo con una realización, la disposición de purificación comprende, en serie, un filtro de carbón activado, un dispositivo de ósmosis inversa y un dispositivo de desionización.

De acuerdo con una realización, el reactor comprende carbono, preferiblemente carbono amorfo.

De acuerdo con una realización, el reactor tiene una superficie interior provista de un recubrimiento del carbón sólido. El reactor puede ser, por ejemplo, tubular y la superficie interior del reactor tubular puede estar recubierta con carbono amorfo. El carbono amorfo puede proporcionarse, por ejemplo, en forma de arena y/o como copos en la superficie interior del reactor.

El reactor puede estar dispuesto preferiblemente en vertical, de forma que la entrada del reactor esté dispuesta en la parte superior y la salida del rector en la parte inferior. Como el gas hidrógeno es más ligero que el aire, en primer lugar el gas hidrógeno entra por la parte superior y llena el reactor. Cuando se ha creado una presión, la mezcla gaseosa sale por la salida del reactor. Esta configuración impide que el gas hidrógeno escape rápidamente del reactor sin reaccionar demasiado con el carbono sólido del interior debido a su baja densidad.

El reactor puede ser una tubería tubular recta o puede tener otras formas, tal como una forma espiral o una forma tubular ondulada. De este modo, se puede aumentar la resistencia al flujo y maximizar la reacción. En particular, aumenta la proporción de H2:CH4 en la corriente de gas producida.

Una realización comprende además un supresor de retorno dispuesto cadena abajo del dispositivo mezclador. De este modo, se puede evitar el flujo inverso de gas y extinguir la llama obtenida al encender la mezcla de gases.

El dispositivo de electrólisis comprende una pluralidad de células electrolíticas.

Al menos dos células electrolíticas pueden encenderse y apagarse independientemente una de otra.

Un primer interruptor de potencia está conectado a una primera célula electrolítica y un segundo interruptor de potencia está conectado a una segunda célula electrolítica.

Al menos un sensor de presión está dispuesto cadena abajo del dispositivo de electrólisis y el primer y/o el segundo interruptor de alimentación están conectados al menos a un sensor de presión.

De acuerdo con una realización, al menos un sensor de presión está dispuesto para medir la presión en el reactor, en un flujo de gas hacia el reactor o en un flujo de gas desde el reactor.

De acuerdo con una realización, al menos un sensor de presión está dispuesto para medir la presión de la mezcla de gases en o desde el dispositivo de mezcla.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 8.

El gas hidrógeno recién formado a partir de la electrólisis es muy reactivo ya que los electrones de las moléculas de hidrógeno recién formadas aún están ligeramente en movimiento, lo que hace que el paso b) sea más eficaz. Mediante los flujos de gas hidrógeno y oxígeno obtenidos de la electrólisis, puede proporcionarse un proceso continuo desde el agua hasta el flujo que comprende el gas hidrocarburo. Por lo tanto, el proceso no requiere ningún volumen de gas almacenado, sino que sólo depende de los flujos de gas hidrógeno y gas oxígeno obtenidos del proceso de electrólisis.

Por lo tanto, el gas natural de síntesis, por ejemplo, para cocinar, puede suministrarse con agua como base combustible en un proceso continuo.

El agua es preferiblemente agua alcalina. La electrólisis puede ser, por lo tanto, electrólisis de agua alcalina.

El carbono puede ser carbono sólido. Mediante el uso de carbono sólido, preferiblemente carbono amorfo, la reacción con el gas hidrógeno se produce sin aporte de energía externa.

En la electrólisis, inicialmente el hidrógeno se forma como hidrógeno atómico, de símbolo H. El hidrógeno atómico es muy inestable ya que sólo tiene un electrón. Por lo tanto, se une con otro átomo de H poco después de formarse. Sin embargo, como la unión molecular del H2 es nueva, los electrones siguen vibrando y las moléculas de H2 no son completamente estables. Al hacer pasar estas moléculas de H2 fresco a través del carbono sólido, reaccionan con el carbono sólido y se convierten en un hidrocarburo. El carbono amorfo, tal como el carbón, es reactivo en comparación con el grafito u otras formas de carbono, y es especialmente beneficioso para el presente proceso.

Una realización comprende además el paso de someter el agua a un proceso de purificación para obtener el agua purificada que se utiliza en el paso a), opcionalmente después de haber disuelto en ella un electrolito.

Normalmente, el agua purificada tiene una conductividad eléctrica demasiado baja para permitir una electrólisis eficaz. Por lo tanto, preferiblemente, se disuelve un electrolito en el agua purificada antes del paso a). El electrolito puede ser, por ejemplo, hidróxido de potasio (KOH). La concentración de electrolito en el agua puede ser, por ejemplo, de 1 molar. Por lo tanto, la concentración de KOH en el agua puede ser, por ejemplo, de 1 molar.

El carbono puede ser carbono reactivo.

De acuerdo con una realización, el proceso de purificación comprende la purificación con carbón activado. Las partículas más grandes pueden eliminarse del agua de este modo.

De acuerdo con una realización, el proceso de purificación comprende la ósmosis inversa. Para ello puede utilizarse, por ejemplo, cualquier membrana disponible en el mercado.

De acuerdo con una realización, el proceso de purificación comprende la desionización. Para la desionización puede utilizarse, por ejemplo, una resina de desionización de lecho mixto. En un dispositivo de desionización de

lecho mixto, las resinas catiónicas y aniónicas pueden combinarse y mezclarse en un único depósito. También es posible añadir carbón activado con las resinas catiónicas y aniónicas en un depósito de resina de desionización de lecho mixto.

De acuerdo con una realización, el proceso de purificación comprende, en secuencia, la purificación con carbón activado, ósmosis inversa y desionización.

De acuerdo con una realización, el carbono del paso b) comprende o consiste en carbono amorfo. El carbono amorfo puede comprender, por ejemplo, polvo o copos de carbono amorfo. El carbono reactivo, es decir, el carbono amorfo, puede conseguirse, por ejemplo, aplicando altas temperaturas para descomponer el azúcar en la forma más pura de carbono amorfo en condiciones atmosféricas normales.

De acuerdo con una realización, el carbono sólido se proporciona como recubrimiento en una superficie interior de un reactor.

Una realización comprende el paso de quemar la mezcla de gas obtenida en el paso c) en un quemador de gas. El quemador de gas puede ser, por ejemplo, un quemador de gas en una estufa, una parrilla, un horno, tal como un horno de pizza, o en una herramienta de soldadura.

En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben interpretarse de acuerdo con su significado ordinario en el ámbito técnico, a menos que se definan explícitamente de otro modo en la presente. Todas las referencias a “un/el elemento, aparato, componente, medio, paso, etc.” deben interpretarse abiertamente como referidas a al menos una instancia del elemento, aparato, componente, medio, paso, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. Los pasos de cualquier método divulgado en la presente no tienen que llevarse a cabo en el orden exacto divulgado, a menos que se indique explícitamente.

Breve descripción de las figuras

A continuación se describirán, a modo de ejemplo, ejemplos del concepto inventivo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
La Fig. 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de sistema para producir una mezcla de gases;
La Fig. 2 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de un ejemplo de electrodo de un dispositivo de electrólisis;
La Fig. 3 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de un ejemplo de una célula electrolítica;
La Fig. 4 muestra esquemáticamente una sección a través de la célula electrolítica mostrada en la Fig. 3;
La Fig. 5 muestra esquemáticamente un ejemplo de pila de electrolizadores que comprende una pluralidad de células electrolíticas mostradas en la Fig. 3; y
La Fig. 6 es una vista en despiece de una pila de electrolizadores.

Descripción detallada

A continuación, la invención se describirá más completamente en lo sucesivo con referencia a los dibujos anexos, en los cuales se muestran ciertas realizaciones de la invención. Sin embargo, esta invención puede materializarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en la presente; más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita plenamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. Los números semejantes se refieren a elementos semejantes en toda la descripción.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de sistema para producir una mezcla de gases. El sistema 1 comprende un dispositivo de electrólisis 3, un reactor 5 y un dispositivo de mezclado 7.

El dispositivo de electrólisis 3 está configurado para llevar a cabo la electrólisis del agua, tal como agua alcalina, para producir gas hidrógeno y gas oxígeno. El dispositivo de electrólisis 3 tiene una entrada de agua 3a para recibir agua, tal como agua alcalina. El dispositivo de electrólisis 3 tiene una salida de gas hidrógeno 3b para descargar una corriente de gas hidrógeno formada en el dispositivo de electrólisis 3. El dispositivo de electrólisis 3 tiene una salida de gas oxígeno 3c para descargar una corriente de gas oxígeno formada en el dispositivo de electrólisis 3.

El reactor 5 para hacer reaccionar el gas hidrógeno obtenido de la salida de gas hidrógeno 3b del dispositivo de electrólisis 3 para obtener un gas hidrocarburo, tal como el metano. El reactor 5 incluye carbono sólido, tal como el carbono amorfo, para hacer reaccionar el hidrógeno gaseoso y obtener el hidrocarburo gaseoso. El reactor 5 tiene una entrada de reactor 5a y una salida de reactor 5b. La entrada del reactor 5a está configurada para conectarse a la salida de gas hidrógeno 3b del dispositivo de electrólisis 3. La salida del reactor 5b está configurada para descargar el gas hidrocarburo formado en el reactor 5. El carbón sólido puede disponerse en la(s) superficie(s) interior(es) del reactor 5, entre la entrada del reactor 5a y la salida del reactor 5b. De este modo, el gas hidrógeno podrá reaccionar con el carbono sólido depositado en la(s) superficie(s) interior(es) del reactor 5 a medida que fluya a través del reactor 5.

El reactor 5 puede ser, por ejemplo, una tubería provista de carbono, tal como carbono amorfo, en su interior. Por lo tanto, un extremo de la tubería puede estar provisto de la entrada del reactor 5a y el otro extremo de la tubería puede estar provisto de la salida del reactor 5b.

El dispositivo de mezclado 7 está configurado para mezclar el gas hidrocarburo descargado del reactor 5 con gas oxígeno procedente de la salida de gas oxígeno 3c del dispositivo de electrólisis 3. Para ello, el dispositivo de mezclado 7 comprende una primera entrada de mezclado 7a de una tubería de gas metano, una segunda entrada de mezclado 7b de una tubería de gas oxígeno y una salida de mezcla de gases 7c, en donde están conectadas la primera entrada de mezclado 7a y la segunda entrada de mezclado 7b. La primera entrada de mezclado 7a está conectada a la salida del reactor 5b a través de la tubería de gas metano y la segunda entrada de mezclado 7b está conectada a la salida de gas oxígeno 3c del dispositivo de electrólisis 3 a través de la tubería de gas oxígeno. La salida de la mezcla de gases 7c puede estar dispuesta preferentemente en la punta del quemador de un quemador 13. Con este fin, el gas oxígeno y la corriente de gas hidrógeno/gas metano del reactor 5 se mezclarán a continuación durante la salida de la primera entrada de mezclado 7a y la segunda entrada de mezclado 7b en la punta del quemador para la ignición.

El dispositivo de mezclado 7 puede comprender, por ejemplo, un conector en T/conector T para fusionar el flujo de gas hidrocarburo con el flujo de gas oxígeno procedente del dispositivo de electrólisis 3.

La salida de la mezcla de gases 7c puede, por ejemplo, estar conectada al quemador 13 para permitir el encendido y la combustión de la mezcla gaseosa descargada por la salida de la mezcla de gases 7c.

El sistema 1 ejemplificado comprende un dispositivo de purificación de agua 9 y un depósito de agua 11. El dispositivo de electrólisis 3 se alimenta con agua del depósito de agua 11 pero, alternativamente, podría alimentarse directamente del dispositivo de purificación de agua 9, especialmente si el agua purificada se mezcla con un electrolito en el dispositivo de electrólisis 3 para obtener agua, tal como agua alcalina.

El dispositivo de purificación de agua 9 comprende un filtro de carbón activado 9a, un dispositivo de ósmosis inversa 9b y un dispositivo de desionización 9c. Estos tres componentes están conectados en serie, con el filtro de carbón activado 9a dispuesto en primer lugar en el proceso de purificación, el dispositivo de ósmosis inversa 9b dispuesto en segundo lugar y el dispositivo de desionización 9c en tercer lugar.

El dispositivo de desionización 9c tiene una salida 9d conectada al depósito de agua 11, pero alternativamente podría estar conectado directamente a la entrada de agua 3a del dispositivo de electrólisis 3, como se ha indicado anteriormente. El dispositivo de purificación de agua 9 tiene una entrada 90 conectada al filtro de carbón activado 9a, configurada para recibir agua no tratada, tal como el agua del grifo, que será purificada. Se puede obtener un flujo más uniforme de agua purificada hacia el dispositivo de electrólisis 3 utilizando la capacidad amortiguadora que proporciona el depósito de agua 11. Normalmente, se añade un electrolito al agua purificada del depósito de agua 11 para obtener agua alcalina. El agua que incluye el electrolito disuelto en ella, por ejemplo, agua alcalina, se suministra entonces al dispositivo de electrólisis 3.

El dispositivo de electrólisis 3 comprende una pluralidad de células electrolíticas, como se describirá con más detalle a continuación. Cada célula electrolítica está provista de dos electrodos configurados para conectarse a terminales de polaridad opuesta de una fuente de alimentación. El sistema 1 también comprende componentes electrónicos y/o mecánicos para controlar de forma independiente e individual el suministro de energía a al menos algunas de las células electrolíticas o grupos de células electrolíticas, por ejemplo, todas las células electrolíticas. El sistema comprende así una pluralidad de interruptores de potencia para poner selectivamente una de estas células electrolíticas o grupos de células electrolíticas en un estado ENCENDIDO o en un estado APAGADO. El número de células electrolíticas que se encienden influye en el proceso de electrólisis y, en particular, en la cantidad de gas hidrógeno y gas oxígeno que se genera en el proceso de electrólisis. La corriente de gas hidrógeno y la corriente de gas oxígeno pueden controlarse de este modo mediante el control selectivo del funcionamiento de las células electrolíticas.

El sistema 1 comprende uno o varios sensores de presión (no mostrados) dispuestos cadena abajo del dispositivo de electrólisis 3. El sensor o sensores de presión pueden ser, por ejemplo, un simple sensor de presión mecánico. Los sensores de presión están conectados a los componentes electrónicos y/o mecánicos que controlan los interruptores de potencia, de manera que un cambio o cambios de presión predeterminados detectados por el sensor o sensores de presión hacen que el sistema electrónico y/o mecánico controle el estado del interruptor o interruptores de potencia.

El sensor o sensores de presión pueden estar dispuestos, por ejemplo, para medir la presión en el reactor 5, en un flujo de gas hacia el reactor o en un flujo de gas procedente del reactor 5. Dado que se genera más gas hidrógeno que gas oxígeno, puede ser beneficioso medir la presión del gas hidrógeno. Alternativamente, el sensor o sensores de presión pueden estar dispuestos para medir la presión de la mezcla de gases en o desde el dispositivo de mezclado 7. En un ejemplo, el sistema puede comprender un cilindro amortiguador dispuesto cadena abajo del reactor, por ejemplo, en la tubería de gas metano. Esto puede hacer que tanto el sistema como su

producción y el suministro de gases al quemador sean más controlables y fluidos. En un ejemplo, el sensor de presión puede estar unido al cilindro amortiguador para controlar el electrolizador en el cilindro amortiguador, en lugar de en el reactor. Los sensores de presión pueden estar configurados para controlar algunas células electrolíticas del electrolizador para encender y apagar selectivamente células predeterminadas, o encender y apagar toda la unidad del electrolizador para equilibrar la diferencia de presión debida a la producción constante de gas y los usos/consumos dinámicos de gases durante la cocción.

En consecuencia, el funcionamiento de al menos una de las células electrolíticas puede controlarse en respuesta a uno o varios cambios de presión detectados cadena abajo del dispositivo de electrólisis 3. De este modo, el sistema 1 puede diseñarse para evitar automáticamente que se acumule una presión no deseada cadena abajo del dispositivo de electrólisis 3. Por ejemplo, si se apaga un quemador que alimenta la mezcla de gas, la presión subirá y, finalmente, al menos una de las células electrolíticas, y preferiblemente todas, se apagarán.

De acuerdo con un ejemplo, pueden instalarse, por ejemplo, tres sensores de presión en el reactor 5. Un primer sensor de presión de los tres sensores de presión está configurado en este ejemplo para responder a un aumento de presión de aproximadamente 3,45 kPa (0,5 PSI). Esta respuesta o detección por parte del primer sensor de presión hace que los componentes electrónicos y/o mecánicos apaguen un interruptor de la fuente de alimentación que esté alimentando una célula electrolítica o un grupo de células electrolíticas. El segundo sensor de presión está configurado para responder a un aumento de presión de aproximadamente 6,89 kPa (1 PSI), si la presión sigue aumentando debido a un menor consumo del gas producido, y los componentes electrónicos y/o mecánicos desconectan el siguiente interruptor de alimentación que esté alimentando otra u otras células electrolíticas. El tercer sensor de presión está configurado para responder a un aumento de presión de aproximadamente 10,34 kPa (1,5 PSI) si la presión sigue aumentando debido a cualquier fallo en el primer o segundo sensor de presión, y los componentes electrónicos y/o mecánicos apagan todo el dispositivo de electrólisis 3. El tercer sensor de presión se utiliza en este ejemplo por redundancia. Los sensores de presión podrían configurarse para reactivarse automáticamente, haciendo que los componentes electrónicos y/o mecánicos vuelvan a activar la salida específica de la fuente de alimentación para alimentar la célula electrolítica específica o el grupo de células electrolíticas una vez que la presión descienda por debajo de 3,45, 6,89 y 10,34 kPa, respectivamente.

A continuación, se describirá con más detalle un ejemplo del dispositivo de electrólisis 3. El dispositivo de electrólisis 3 comprende una pluralidad de electrodos, que forman células electrolíticas por parejas. La Fig. 2 muestra un ejemplo de electrodo 15 para su uso en el dispositivo de electrólisis 3. El electrodo 15 comprende un marco conductor de electricidad 17. El marco conductor de electricidad 17 puede comprender, por ejemplo, cobre.

En el presente ejemplo, el marco conductor de electricidad 17 comprende dos miembros de marco 17a y 17b. Los dos miembros del marco 17a y 17b están configurados para alinearse entre sí y montarse juntos para formar el marco conductor de electricidad 17. Cabe señalar que el marco conductor de electricidad 17 podría consistir alternativamente en un único miembro de marco.

El electrodo 15 está configurado para conectarse a un terminal de una fuente de alimentación. El electrodo 15 ejemplificado comprende una porción de conexión 17c configurada para conectarse a una fuente de alimentación. En particular, el marco conductor de electricidad 17 comprende la porción de conexión 17c. La porción de conexión 17c puede ser, por ejemplo, un saliente o lengüeta que se extiende desde el cuerpo principal del marco conductor de electricidad 17, como se muestra en la Fig. 2.

El electrodo 15 comprende además una bobina metálica 19 y un alambre metálico 21. La bobina metálica 19 puede ser, por ejemplo, de cobre. El alambre metálico 21 puede ser, por ejemplo, de cobre. El alambre metálico 21 se extiende dentro de la bobina metálica 19. La bobina metálica 19 tiene una pluralidad de espiras que forman un cuerpo de bobina alargado. La bobina metálica 19 se extiende entre dos lados opuestos del marco conductor de electricidad 17. El alambre metálico 21 se extiende por el interior del cuerpo alargado de la bobina, en particular por un canal central formado por las espiras de la bobina, en la dirección axial de la bobina metálica 19.

En el ejemplo de la Fig. 2, el alambre metálico 21 tiene una extensión longitudinal recta o esencialmente recta. El alambre metálico 21 se extiende desde un lado del marco conductor de electricidad 17 hasta un lado opuesto del marco conductor de electricidad 17.

La bobina metálica 19 y el alambre metálico 21 pueden estar recubiertos de una estructura nanoporosa que comprende níquel.

El electrodo 15 ejemplificado comprende una pluralidad de pares de espirales metálicas 19 y alambres metálicos 21. En lo sucesivo, cada par de bobina metálica 19 y alambre metálico 21 se denominará una subunidad 23. Estas subunidades 23 están dispuestas en el interior del marco conductor de electricidad 17 una tras otra. Las subunidades 23 tienen una extensión longitudinal en un plano común. Las subunidades 23 están dispuestas en paralelo. Los pares de bobinas metálicas 19 y alambres metálicos 21 están, por lo tanto, dispuestos en paralelo entre sí, extendiéndose entre lados opuestos del marco conductor de electricidad 17. Las subunidades 23 pueden llenar esencialmente el espacio entre las porciones laterales del marco. Por lo tanto, cada subunidad 23 puede

extenderse longitudinalmente desde un primer lado del marco conductor de electricidad 17 hasta un segundo lado opuesto del marco conductor de electricidad 17, y la pluralidad de subunidades 23 puede disponerse una tras otra, en paralelo, de modo que ocupen el espacio comprendido entre un tercer lado del marco conductor de electricidad 17 y un cuarto lado del marco conductor de electricidad 17, opuesto al tercer lado.

En el presente ejemplo, las subunidades 23 están fijadas al marco conductor de electricidad 17 entre los dos miembros de marco 17a y 17b. En particular, cada par de bobina metálica 19 y alambre metálico 21 puede sujetarse entre los dos miembros del marco 17a y 17b. También se contemplan otros medios de fijación de las subunidades al marco conductor de electricidad. Las bobinas metálicas y los alambres metálicos podrían, por ejemplo, fijarse al marco conductor de electricidad mediante tornillos u otros medios de sujeción.

El marco conductor de electricidad 17 comprende unas primeras aberturas pasantes 25a-b y al menos una segunda abertura pasante, en el presente ejemplo dos segundas aberturas pasantes 27a-b, que se extienden a través del marco conductor de electricidad 17 en dirección perpendicular a la extensión longitudinal de las subunidades 23, es decir, de las bobinas metálicas 19 y los alambres metálicos 21. Las primeras aberturas pasantes 25a-b están en comunicación fluida con las subunidades 23 en uno de los extremos de las subunidades 23. Las segundas aberturas pasantes 27a-b están en comunicación fluida con las subunidades 23 en un extremo opuesto de las subunidades 23. Las primeras aberturas pasantes 25a-b pueden ser, por ejemplo, salidas de gas, tal como una primera salida de gas 25a y una segunda salida de gas 25b. La(s) segunda(s) abertura(s) pasante(s) 27a-b pueden ser, por ejemplo, entradas de líquido para permitir que el líquido sumerja las subunidades 23. El gas creado en las proximidades de las subunidades 23 en un proceso de electrólisis debido al contacto del líquido con las subunidades 23 provistas de un potencial eléctrico puede salir del marco conductor de electricidad 17 a través de las aberturas pasantes 25a-b, como se explicará con más detalle a continuación.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de célula electrolítica 29. La célula electrolítica 29 ejemplificada comprende dos electrodos 15 dispuestos de forma apilada. Las primeras aberturas pasantes 25a-b de un primero de los electrodos 15 están alineadas con las correspondientes primeras aberturas pasantes de un segundo de los electrodos 15 de la célula electrolítica 29.

Las segundas aberturas pasantes 27a-b del primer electrodo 15 están alineadas con las correspondientes segundas aberturas pasantes del segundo electrodo 15 de la célula electrolítica 29. De este modo, el líquido puede fluir a través de los marcos conductores de electricidad 17 hacia las subunidades 23. Además, el gas puede fluir desde las subunidades 23 y a través de los marcos conductores de electricidad apilados 17 a través de las primeras aberturas pasantes 25a-b. Esta configuración se ilustra para las primeras aberturas pasantes 25a de los dos electrodos 15 en la Fig. 4, que es una sección de una porción superior de la célula electrolítica 29 mostrada en la Fig. 3.

La célula electrolítica 29 puede comprender una membrana (no mostrada), tal como una membrana separadora. La membrana está dispuesta entre los dos electrodos 15. En particular, la membrana puede estar intercalada entre los dos electrodos 15.

La célula electrolítica 29 puede comprender al menos una junta 31 intercalada entre dos electrodos 15 adyacentes. Normalmente se utiliza un elastómero, tal como un elastómero polimérico, para la al menos una junta 31. El material de la junta puede ser eléctricamente aislante. En tal caso, la junta 31 está configurada para aislar eléctricamente entre sí los dos electrodos 15 adyacentes.

De este modo, una membrana y una o varias juntas 31 pueden separar conjuntamente dos electrodos adyacentes de una célula electrolítica 29. Una membrana y una o varias juntas 31 también pueden separar conjuntamente dos células electrolíticas 29 adyacentes.

La célula electrolítica 29 también puede comprender uno o varios primeros miembros de sellado 33a, tales como juntas tóricas, para garantizar una conexión estanca al fluido entre los dos electrodos 15. La célula electrolítica 29 también puede comprender segundos miembros de sellado 33b configurados para proporcionar una conexión estanca al fluido entre los miembros de marco 17a y 17b de cada electrodo 15. Los segundos miembros de sellado 33b pueden ser, por ejemplo, juntas tóricas.

Se ha indicado anteriormente que las primeras aberturas pasantes 25a-b de cada electrodo 15 están en comunicación fluida con un extremo de las correspondientes subunidades 23. En el ejemplo de la Fig. 4, se proporciona un ejemplo de esta comunicación fluida. En particular, el marco conductor de electricidad 17 comprende canales de fluido 25c que se extienden desde una sola de las primeras aberturas pasantes 25a-b hasta las subunidades 23. En particular, sólo uno de los electrodos 15 tiene canales de fluido 25c conectados a la primera abertura pasante 25a y sólo uno de los electrodos 15 tiene canales de fluido conectados a la primera abertura pasante 11b. Esto garantiza que los dos flujos de gas puedan separarse entre sí, como se explicará más adelante.

El marco conductor de electricidad 17 también puede comprender canales de fluido (no mostrados) para conectar las segundas aberturas pasantes 27a-b con el otro extremo de las subunidades 23.

La Fig. 5 muestra una pila de electrolizadores 35. La pila de electrolizadores 35 comprende una pluralidad de electrodos 15 dispuestos uno tras otro de forma apilada. En particular, la pila electrolizadora 35 comprende una pluralidad de células electrolíticas 29. Entre cada par de electrodos adyacentes 15, se proporciona al menos una junta 31 y una membrana.

La pila de electrolizadores 35 ejemplificada incluye una primera placa de extremo 37 configurada para montarse en un primer electrodo extremo 15 y una segunda placa de extremo (no mostrada) configurada para montarse en un segundo electrodo extremo 15, en un extremo opuesto de la pila de electrolizadores 35. La pila de electrolizadores 35 junto con una fuente de alimentación pueden formar el dispositivo de electrólisis 3.

El funcionamiento de la pila electrolizadora 35 se describirá a continuación con referencia a la Fig. 6, que muestra una vista en despiece de la pila electrolizadora 35. En el despiece también se muestran algunos componentes adicionales. Aquí se muestra, por ejemplo, la segunda placa de extremo 39. Los electrodos 1 están dispuestos uno tras otro, formando células electrolíticas 29 en pares adyacentes. Cada célula electrolítica 29 tiene una primera porción de conexión 17c y una segunda porción de conexión 17d. Cada primera porción de conexión 17c está en conexión eléctrica con un marco conductor de electricidad 17 respectivo. Cada segunda porción de conexión 17d está en conexión eléctrica con un marco conductor de electricidad 17 respectivo. Todas las primeras porciones de conexión 17c están en uso conectadas a un primer terminal de una fuente de alimentación. Todas las segundas porciones de conexión 17d están en uso conectadas a un segundo terminal de una fuente de alimentación. Por lo tanto, los electrodos 15 provistos de una primera porción de conexión 17c tendrán en uso un primer potencial eléctrico y los electrodos provistos de una segunda porción de conexión 17d tendrán un segundo potencial eléctrico.

La pila del electrolizador 35 está configurada para conectarse a un suministro de líquido, normalmente un suministro de agua, tal como el depósito de agua 11. Para ello, la primera placa de extremo 37 está provista de entradas de fluido 37a y 37b configuradas para conectarse a un suministro de líquido. Las entradas de fluido 37a y 37b están conectadas a una respectiva de las segundas aberturas pasantes 27a y 27b. En el ejemplo de la Fig. 6, las tuberías 41a y 41b pueden conectarse a una respectiva entrada de fluido 37a y 37b.

La segunda placa de extremo 39 está provista de salidas de fluido (mostradas a continuación). Las salidas de fluido están configuradas para conectarse, por ejemplo, a tuberías. Una primera salida de fluido está configurada para conectarse a una de las primeras aberturas pasantes 25a y 25b y una segunda salida de fluido está configurada para conectarse a la otra de las primeras aberturas pasantes 25a y 25b. Por lo tanto, en el presente ejemplo, la primera salida de fluido está configurada para conectarse a la primera abertura pasante 25a y la segunda salida de fluido está configurada para conectarse a la primera abertura pasante 25b. Cuando se ha instalado la pila del electrolizador 35, las segundas aberturas pasantes 25a-b están situadas más cerca de la parte inferior de la pila del electrolizador 35 que las primeras aberturas pasantes 25a-b. Cuando, por ejemplo, el agua, tal como el agua alcalina, entra en la pila del electrolizador 35 a través de la primera entrada 41a y la segunda entrada 41b, el agua fluirá a través de las segundas aberturas pasantes 27a y 27b. A medida que entra más agua en la pila del electrolizador 35, el agua se distribuye y fluye hacia arriba por los canales de fluido de los marcos conductores de electricidad 17. Desde aquí, el agua fluye hacia una cámara de fluido formada por las células electrolíticas apiladas 29. A continuación, la cámara de fluido se llena de agua que entra en contacto con las subunidades 9, es decir, las bobinas metálicas 19 y los alambres metálicos 21. Cuando los electrodos 15 se alimentan con corriente, se inicia un proceso de electrólisis. Por lo tanto, se crea gas hidrógeno en los cátodos y oxígeno en los ánodos. El gas hidrógeno y el gas oxígeno, que ascienden debido a una densidad inferior a la del agua, entrarán, como resultado de la configuración alternante del canal de fluido en los electrodos 1, en una de las respectivas primeras dos aberturas pasantes 11a y 11b, situadas verticalmente por encima de las subunidades 23. De este modo, el gas hidrógeno y el gas oxígeno pueden descargarse/liberarse individualmente de la pila del electrolizador 35.

Puede utilizarse, por ejemplo, material de PTFE microporoso hidrófobo, tal como Zitex G, para impedir que el agua/electrolito fluya fuera del electrolizador con el gas hidrógeno y el gas oxígeno.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) para producir una mezcla de gases, que comprende:
un dispositivo de electrólisis (3) para la electrólisis del agua en gas hidrógeno y gas oxígeno;
un reactor (5) que comprende carbono sólido para hacer reaccionar el gas hidrógeno del dispositivo de electrólisis (3) en gas hidrocarburo, tal como el gas metano; y
un dispositivo de mezclado (7) para mezclar gas hidrocarburo procedente del reactor (5) con gas oxígeno procedente del dispositivo de electrólisis (3), en donde:
el dispositivo de electrólisis (3) comprende una salida de gas hidrógeno (3b) y una salida de gas oxígeno (3c);
el reactor (5) comprende una entrada de reactor (5a) y una salida de reactor (5b); y
el dispositivo de mezclado (7) comprende una primera entrada de mezclado (7a), una segunda entrada de mezclado (7b) y una salida de la mezcla de gases (7c),
en donde la entrada del reactor (5a) está conectada a la salida de gas hidrógeno (3b), la primera entrada de mezclado (7a) del dispositivo de mezclado está conectada a la salida del reactor (5b), y la segunda entrada de mezclado (7b) está conectada a la salida de gas oxígeno (3c),
en donde el dispositivo de electrólisis (3) comprende una pluralidad de células electrolíticas, estando cada célula provista de dos electrodos configurados para ser conectados a terminales de polaridad opuesta de una fuente de alimentación, en donde el sistema comprende:
componentes electrónicos y/o mecánicos configurados para controlar de forma independiente e individual el suministro de energía a al menos algunas de las células electrolíticas o grupos de células electrolíticas,
una pluralidad de interruptores de potencia para poner selectivamente una respectiva de al menos algunas de las células electrolíticas o grupos de células electrolíticas en un estado ENCENDIDO o en un estado APAGADO, y
uno o más sensores de presión dispuestos cadena abajo del dispositivo de electrólisis (3), en donde el uno o más sensores de presión están conectados a los componentes electrónicos y/o mecánicos que están configurados para controlar los interruptores de potencia de tal manera que un cambio o cambios de presión predeterminados detectados por el uno o más sensores de presión hacen que el sistema electrónico y/o mecánico controle el estado de los interruptores de potencia.

2. El sistema (1) de la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo de purificación de agua (9) para proporcionar agua purificada que constituye la base del agua utilizada en el dispositivo de electrólisis.

3. El sistema (1) de la reivindicación 2, en donde la disposición de purificación del agua (9) comprende un filtro de carbón activado (9a).

4. El sistema (1) de la reivindicación 2 o 3, en donde la disposición de purificación del agua (9) comprende un dispositivo de ósmosis inversa (9b).

5. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en donde la disposición de purificación del agua (9) comprende un dispositivo de desionización (9c).

6. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el carbono sólido comprende carbono amorfo.

7. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el reactor (5) tiene una superficie interior provista de un recubrimiento del carbón sólido.

8. Un método de producción de una mezcla gaseosa utilizando un sistema como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho método los siguientes pasos:
a) someter el agua a electrólisis para obtener una corriente de gas hidrógeno y una corriente de gas oxígeno;
b) hacer reaccionar la corriente de gas hidrógeno con carbono sólido para obtener una corriente que comprenda gas hidrocarburo, tal como gas metano; y
c) mezclar la corriente de gas oxígeno con la corriente que contiene gas hidrocarburo.

9. El método de la reivindicación 8, que comprende además el paso de someter el agua de una fuente de agua a un proceso de purificación para obtener el agua purificada que se utiliza en el paso a), opcionalmente después de haber disuelto en ella un electrolito.

10. El método de la reivindicación 9, en donde el proceso de purificación comprende la purificación con carbón activado.

11. El método de la reivindicación 9 o 10, en donde el proceso de purificación comprende ósmosis inversa.

12. El método de conformidad con las reivindicaciones 9-11, en donde el proceso de purificación comprende la desionización.

13. El método de la reivindicación 9, en donde el proceso de purificación comprende, en secuencia, purificación

con carbón activado, ósmosis inversa y desionización.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-13, en donde el carbono sólido del paso b) comprende carbono amorfo.

15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-14, en donde el carbono sólido se proporciona como recubrimiento sobre una superficie interior de un reactor (5).

DIBUJOS

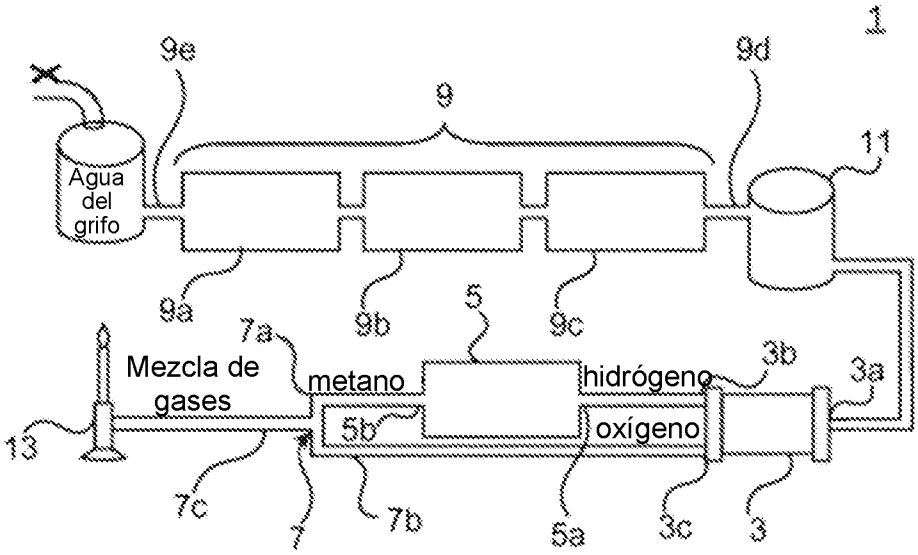


Fig. 1

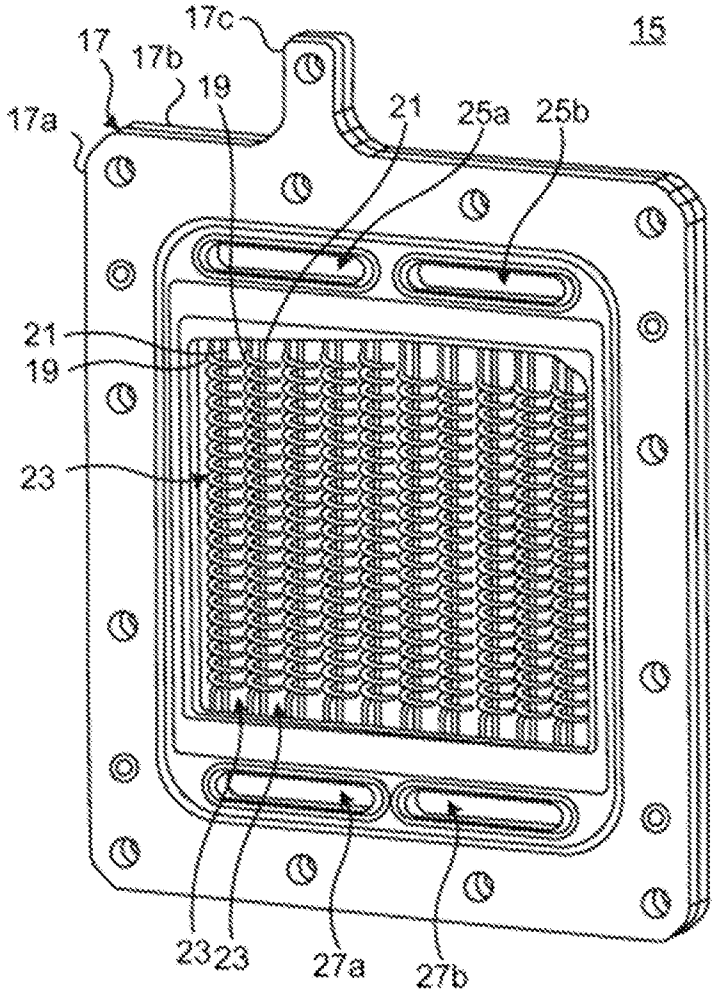


Fig. 2

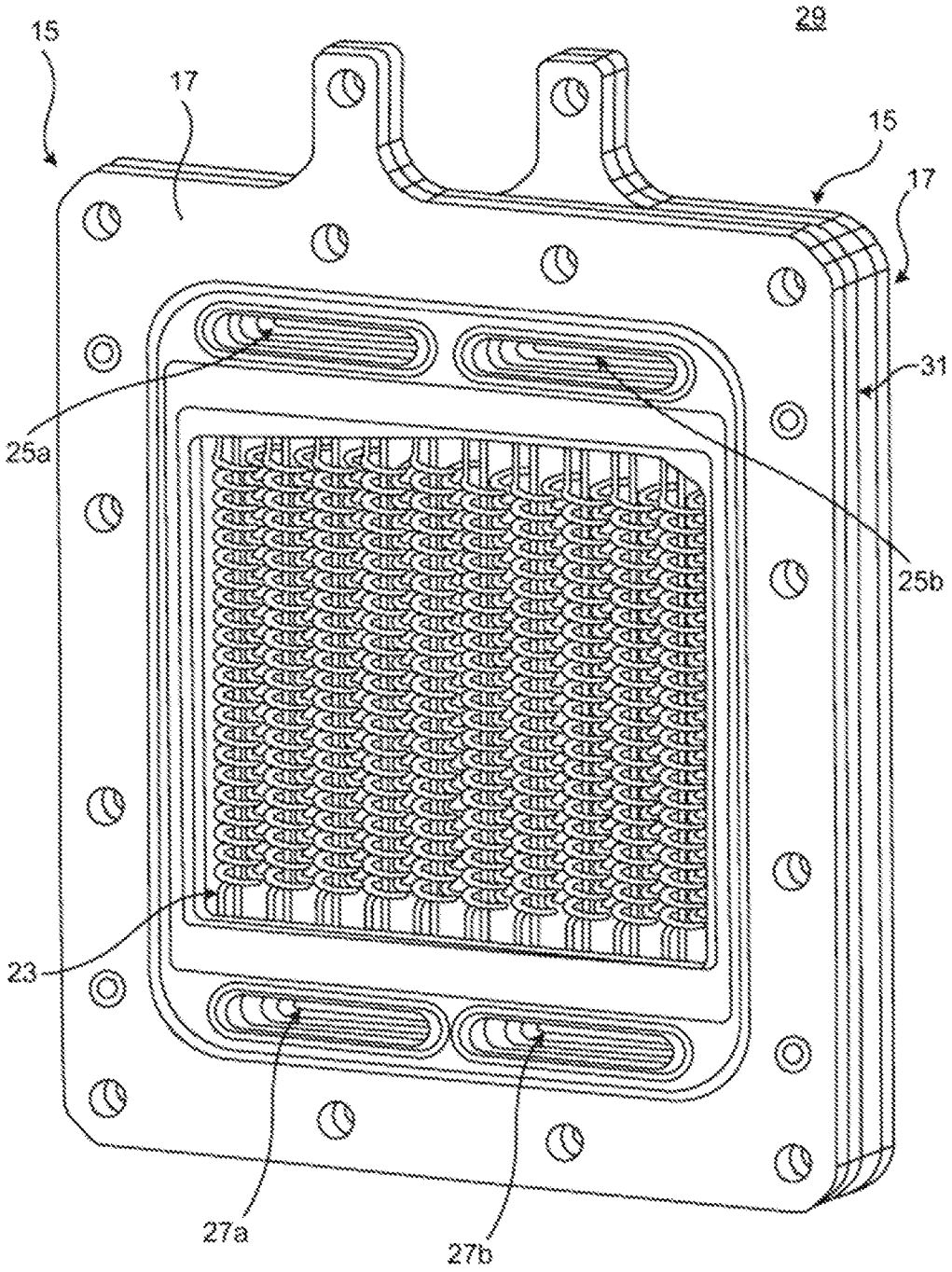


Fig. 3

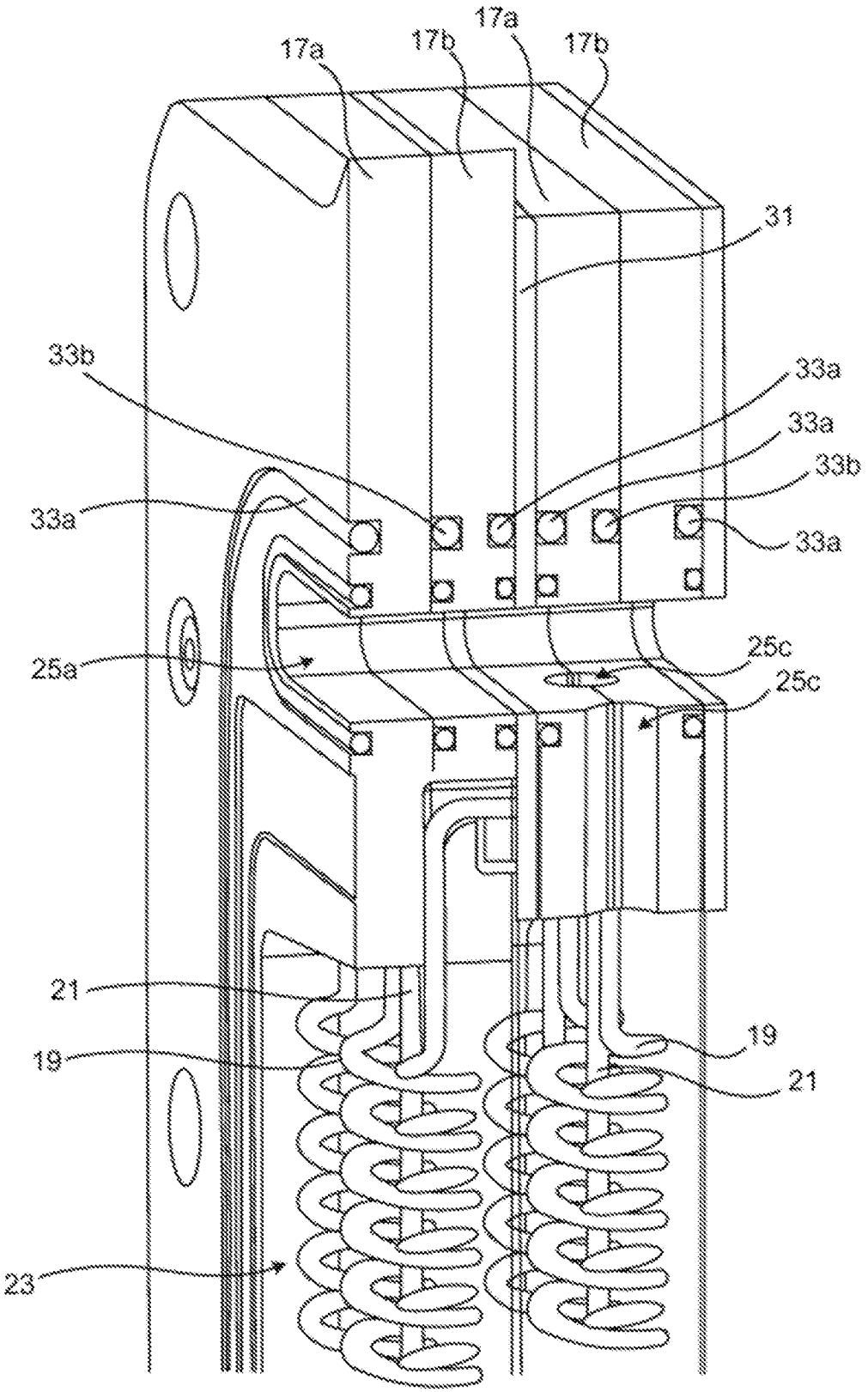

17a
17b
17a
17b
31
33b
33a
33a
33b
33a
33a
25a
25c
25c
21
19
19
21
23

Fig. 4

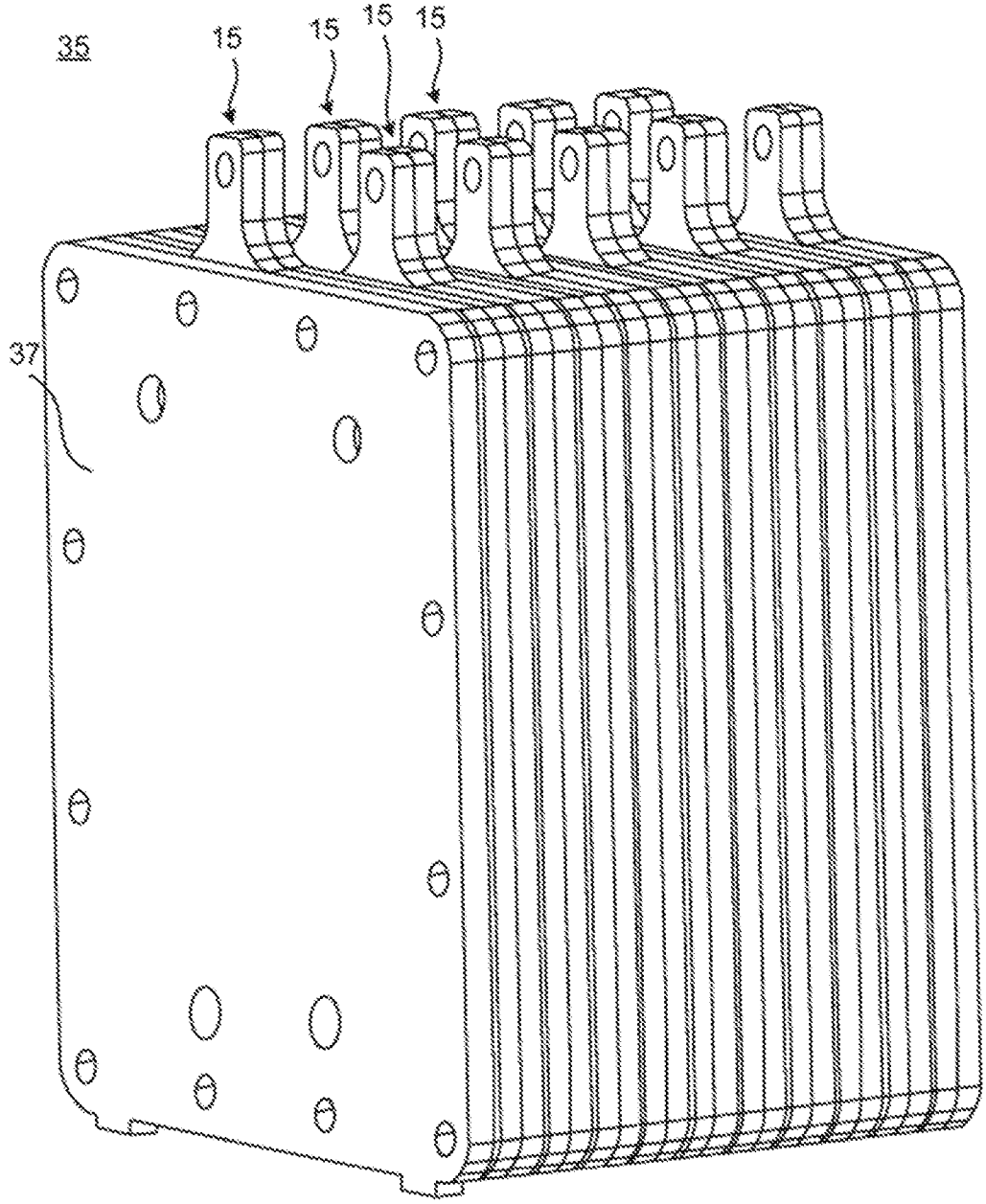


Fig. 5

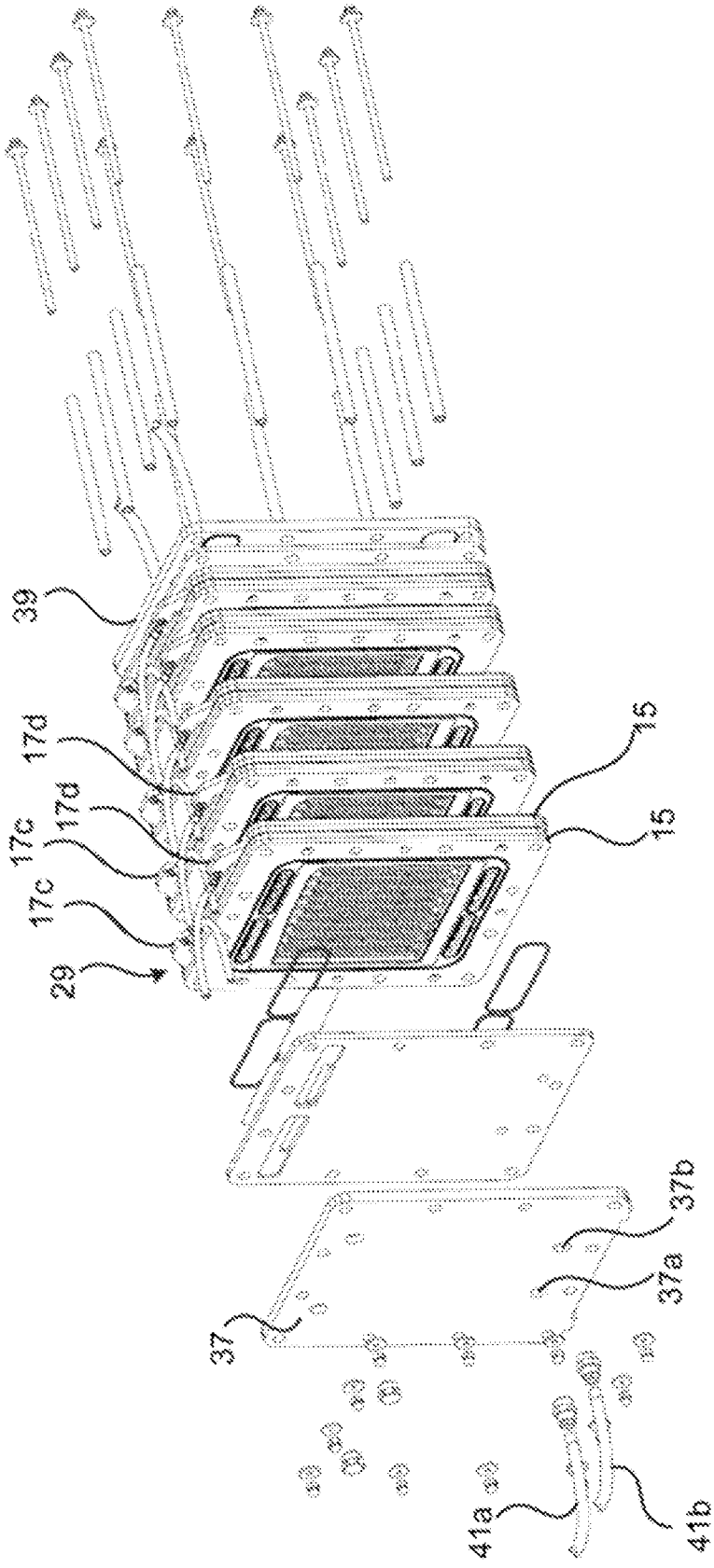


Fig. 6