

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 208**

51 Int. Cl.:

**C25B 15/00** (2006.01)

**C25B 1/04** (2006.01)

**F02M 25/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2010 PCT/EP2010/050538**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.07.2010 WO10084102**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2010 E 10704116 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2389460**

54 Título: **Procedimiento, dispositivo y sistema de electrolisis**

30 Prioridad:

**20.01.2009 BE 200900033**

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

**29.03.2017**

73 Titular/es:

**PALMIR (100.0%)  
Selsaetenstraat 50  
2160 Wommelgem, BE**

72 Inventor/es:

**VERDAASDONK, PAUL y  
VAN DEN BRANDE, PETER**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 607 208 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, dispositivo y sistema de electrolisis

La presente invención se refiere a un procedimiento de electrólisis, a un dispositivo de electrólisis y a un sistema para el uso de gases de electrólisis para combustión, en particular para motores de combustión, por ejemplo motores de turbina o de pistón.

Se conoce desde hace algún tiempo obtener hidrógeno y oxígeno o una mezcla estequiométrica de los mismos (denominada a continuación como gas de Brown o gas de detonación) a partir de agua mediante electrólisis. También se ha propuesto durante algún tiempo usar electricidad de fuentes de energía renovable en esta electrólisis para así poder usar el hidrógeno obtenido por electrólisis como un combustible renovable. Hasta ahora estas propuestas han tenido un éxito limitado, principalmente debido a la baja eficiencia de los dispositivos de electrólisis existentes.

En la solicitud de patente china CN 1 363 726 A, se ha propuesto, con el fin de incrementar la eficiencia de un procedimiento de electrólisis para la separación de un gas de un electrolito líquido sobre al menos un electrodo de electrólisis bajo tensión eléctrica, hacer vibrar artificialmente dicho electrodo de electrólisis con una frecuencia de vibración.

Las burbujas de gas que se forman sobre la superficie del electrodo de electrólisis escapan más rápidamente bajo esta vibración artificial. Así, la superficie eficaz del electrodo no se reduce demasiado por las burbujas de gas, y puede mantenerse un intercambio electrónico óptimo entre la superficie del electrodo y el electrolito líquido.

El objetivo de la presente invención es incrementar aún más dicha eficiencia. De acuerdo con al menos una realización de la presente invención, esto se consigue porque dicha tensión eléctrica del electrodo de electrólisis oscila con una frecuencia armónica menor que dicha frecuencia de resonancia.

La oscilación armónica de la tensión de electrodo interactúa con la vibración para aumentar adicionalmente la eficiencia de electrólisis. La vibración también parece tener un efecto sobre las propias moléculas de líquido y aumenta inesperadamente la eficiencia de la electrólisis por colisión entre las moléculas.

Preferiblemente, dicho electrodo de electrólisis se hace vibrar a una frecuencia de resonancia. Como resultado los dos efectos son amplificados adicionalmente y la eficiencia de la electrólisis es incluso más alta.

Preferiblemente, dicho electrolito líquido contiene agua de tal manera que dicho gas separado es un gas combustible que contiene hidrógeno. Como resultado puede obtenerse una sustancia combustible eficaz a partir de agua con alta eficiencia.

Preferiblemente, el gas combustible que contiene hidrógeno se quema y los gases de escape calientes que se originan de esta combustión precalientan el agua líquida y/o gas combustible que contiene hidrógeno. Mediante este uso de calor de regeneración, puede aumentarse la eficiencia tanto de la electrólisis como de la combustión.

La presente invención también se refiere a un dispositivo de electrólisis que comprende:

a) dicho recipiente de electrólisis con al menos un par de electrodos sustancialmente similares, comprendiendo cada uno un material eléctricamente conductor con un contacto eléctrico para conexión a un circuito de electrólisis y un elemento piezoeléctrico con dos contactos eléctricos para conexión a un circuito de vibración separado,

b) un circuito de electrólisis conectado a dichos electrodos, en el que cada uno de los dos electrodos de un par de electrodos está conectado al circuito con polaridad inversa, y

c) un circuito de vibración conectado a dichos elementos piezoeléctricos,

en el que dicho circuito de vibración tiene un regulador para controlar la tensión de salida con una frecuencia de vibración y dicho circuito de electrólisis también está conectado a dicho regulador con el fin de controlar la tensión de salida del circuito de electrólisis con una frecuencia armónica menor que dicha frecuencia de vibración.

Preferiblemente, dicho regulador puede ser un regulador de anchura de impulso.

Preferiblemente, dicha frecuencia de vibración puede ser una frecuencia de resonancia.

Preferiblemente, dicho dispositivo de electrólisis está provisto de una alimentación de electricidad de fuentes de energía renovables con el fin de reducir el consumo de combustibles fósiles y el efecto invernadero asociado.

La presente invención también se refiere a un sistema de combustión que contiene dicho dispositivo de electrólisis, un dispositivo de combustión y una línea de gas entre el dispositivo de electrólisis y el dispositivo de combustión para alimentar un gas de electrólisis combustible al dispositivo de combustión. Como resultado, la electricidad en

algunas circunstancias puede ser convertida a energía térmica en una manera útil.

Preferiblemente, dicha línea de gas contiene un burbujeador de seguridad. Este evita que una emisión de retorno desde el dispositivo de combustión dañe el recipiente de electrólisis.

5 Preferiblemente, dicha línea de gas también contiene una válvula de retención conectada antes del burbujeador de seguridad. Esto evita, en el caso de una presión negativa en el recipiente de electrólisis, que sea extraído fluido de vuelta al recipiente de electrólisis desde el burbujeador de seguridad.

Preferiblemente, el sistema de combustión también tiene un depósito de almacenamiento de gas de electrólisis conectado a dicha línea de gas. Como un resultado, el gas de electrólisis puede almacenarse para ser usado durante cargas altas en el dispositivo de combustión.

10 Preferiblemente, el sistema de combustión también tiene una línea de escape conectada al sistema de combustión con al menos un intercambiador de calor conectado a la línea de gas y/o depósito de electrólisis. Como un resultado el gas de electrólisis combustible y/o el recipiente de electrólisis pueden precalentarse por regeneración por los gases de combustión.

15 Preferiblemente, dicho dispositivo de combustión es un motor de combustión, preferiblemente un motor de pistón o de turbina. Como resultado, bajo algunas circunstancias la electricidad puede convertirse en energía mecánica de una manera útil.

Los detalles relacionados con la invención se describen a continuación con referencia a las siguientes figuras.

La Figura 1 es un diagrama de un electrodo de electrólisis de acuerdo con una realización de la invención.

20 La Figura 2 es una representación esquemática de un dispositivo de electrólisis de acuerdo con una realización de la invención con un par de electrodos de electrólisis tales como los de la figura 1.

La Figura 3 es una representación esquemática de un sistema de combustión de acuerdo con una realización de la invención que incluye un dispositivo de electrólisis tal como el de la figura 1 y un motor de combustión.

25 El electrodo de electrólisis 1 mostrado en la figura 1 es un electrodo del tipo placa delgada de acero inoxidable con un contacto eléctrico 2 y una elemento piezoeléctrico 3 fijado a la superficie del electrodo por medio de un adhesivo aislante. Este elemento piezoeléctrico 3 contiene un disco de cerámica piezoeléctrico 4 con un primer contacto eléctrico 5 centralmente localizado y un anillo exterior 6 de latón alrededor del disco de cerámica 4, con un segundo contacto eléctrico 7. Por tanto, es posible provocar una vibración del elemento piezoeléctrico 3 con una tensión alterna entre los contactos 5 y 7, cuya vibración actúa sobre todo el electrodo 1, en particular si la frecuencia de la tensión es una frecuencia de resonancia del electrodo.

30 En el dispositivo de electrólisis mostrado en la figura 2, un recipiente de electrólisis cerrado 8 que contiene un electrolito líquido 9, en este caso agua salada, tiene uno o más pares de electrodos 1 esencialmente similares del tipo mostrado en la figura 1. Por tanto, cada electrodo 1 está provisto de un elemento piezoeléctrico 3 fijado al mismo.

35 Los contactos 5 y 7 del elemento piezoeléctrico 3 están conectados por medio de un cable químicamente resistente a un circuito de vibración 10 en un módulo de control 11 con el fin de activar el elemento piezoeléctrico 3 con una frecuencia de resonancia. En una realización preferida de la invención, este circuito de vibración 10 contiene un cristal para fijar la frecuencia, un circuito PLL para mantener una frecuencia de resonancia óptima sin ajuste manual, y una bobina de autoinducción para accionar la tensión de salida pulsante.

40 Los contactos 2 de los electrodos 1 están conectados a su vez a un circuito de electrólisis 12 del módulo de control 11. El propio circuito de electrólisis 12 está conectado al circuito de vibración 10 para aplicar una anchura de impulso de tensión regulada entre los electrodos 1 de cada par de electrodos, donde la frecuencia de esta tensión regulada de anchura de impulso es una frecuencia armónica menor sincronizada con la frecuencia de resonancia del circuito de vibración.

45 En uso, a través del elemento piezoeléctrico 3, la frecuencia de resonancia sobre los electrodos 1 es fijada de tal manera que mediante estos electrodos 1 la frecuencia es transmitida a las moléculas de agua. La electrólisis del agua es soportada por la aplicación de la tensión regulada de anchura de impulso a los electrodos 1.

La tabla 1 muestra los parámetros de un ejemplo de prueba de este dispositivo de electrólisis con electrodos de disco de 130 mm de diámetro y 1 mm de grosor.

Circuito de vibración 10		Circuito de electrólisis 11	
Frecuencia [MHz]	Voltaje de salida [V]	Frecuencia [kHz]	Voltaje de salida [V]
2,24	70-120	22,4	2,2

Tabla 1: Parámetros de la electrólisis

La Figura 3 muestra un sistema de combustión en el que el gas de electrólisis procesado en el recipiente de electrólisis 8 puede usarse como combustible para un dispositivo de combustión, en este caso un motor de combustión 13. El recipiente de electrólisis 8 de esta realización de la invención también contiene por razones de seguridad un sensor de presión 14, una válvula de sobrepresión 15, y un sensor de nivel de electrolito 16. El sensor de presión 14 controla la presión interna del recipiente de electrólisis 8 y está conectado con el módulo de control 12 a través de un módulo de control de motor 26 para desactivar la electrólisis si la presión interna se vuelve demasiado alta. La válvula de sobrepresión 15 también está configurada para evitar que la presión interna se eleve por encima de un nivel peligroso. El sensor de nivel de electrolito 16 también está conectado con el módulo de control de motor 26 para activar el suministro de electrolito a través de una línea de suministro 17 si el nivel de electrolito cae debajo de un nivel específico. Como se muestra, esta línea de suministro 17 puede conectarse al recipiente de electrólisis 8 con un depósito de electrolito 18 y tiene una bomba 19 conectada con el módulo de control 26, y una válvula de retención de tal manera que en uso el nivel de electrolito en el recipiente de electrólisis 8 permanece por encima de los electrodos 1.

El recipiente de electrólisis 8 está conectado con el motor de combustión 13 por medio de una línea de gas 20 de tal manera que el gas de electrólisis puede ser suministrado al motor de combustión 13. Conectada a la línea de gas 20 hay una válvula de retención 21, una válvula controlada electrónicamente 22, un burbujeador de seguridad 23 y una bomba de vacío 24 accionada por un motor sin escobilla de carbón y un separador de agua 25. El burbujeador de seguridad 23 está incluido para retener cualquier retorno de combustión de tal manera que el recipiente de electrólisis 8 no pueda ser dañado. El motor de la bomba de vacío 24 también está conectado con el módulo de control de motor 26 de tal manera que su velocidad de rotación puede regularse por el módulo de control de motor 26. Corriente abajo del separador de agua 25, la línea de gas 20 se divide en tres líneas 20a, 20b y 20c. En la línea 20a, una válvula de control 27 está conectada con el módulo de control de motor 26 para regular el flujo de gas a través de esta línea de gas 20a. La línea 20b contiene una válvula de tres vías 28 también conectada con el módulo de control de motor 26 y un depósito de almacenamiento de gas 29. Este depósito de almacenamiento de gas 29 está dividido por un diafragma elástico 30 en una parte de gas 29a conectada con una válvula de tres vías 28 y una parte de vacío 29b conectada mediante una línea de presión reducida 31 con la entrada 32 del motor 13, y también provisto de una entrada de aire 33 regulada por el módulo de control de motor 26 mediante una electroválvula 34. La línea de presión reducida 31 está provista de una válvula de una vía 41. La línea 20c con una válvula de una vía 35 puentea la línea 20b. Las tres líneas 20a, 20b y 20c se abren en la entrada 32 del motor 13, donde el aire y el suministro de combustible son regulados por un pedal de gas 36 también conectado con el módulo de control de motor 26. El escape del motor 37 pasa sobre dos intercambiadores de calor 38, 39. El primer intercambiador de calor 38 está conectado con la línea 20a para precalentar el gas de electrólisis combustible. El segundo intercambiador de calor 39, regulado por la válvula de control 40 controlada por el módulo de control de motor 26, precalienta el recipiente de electrólisis 8.

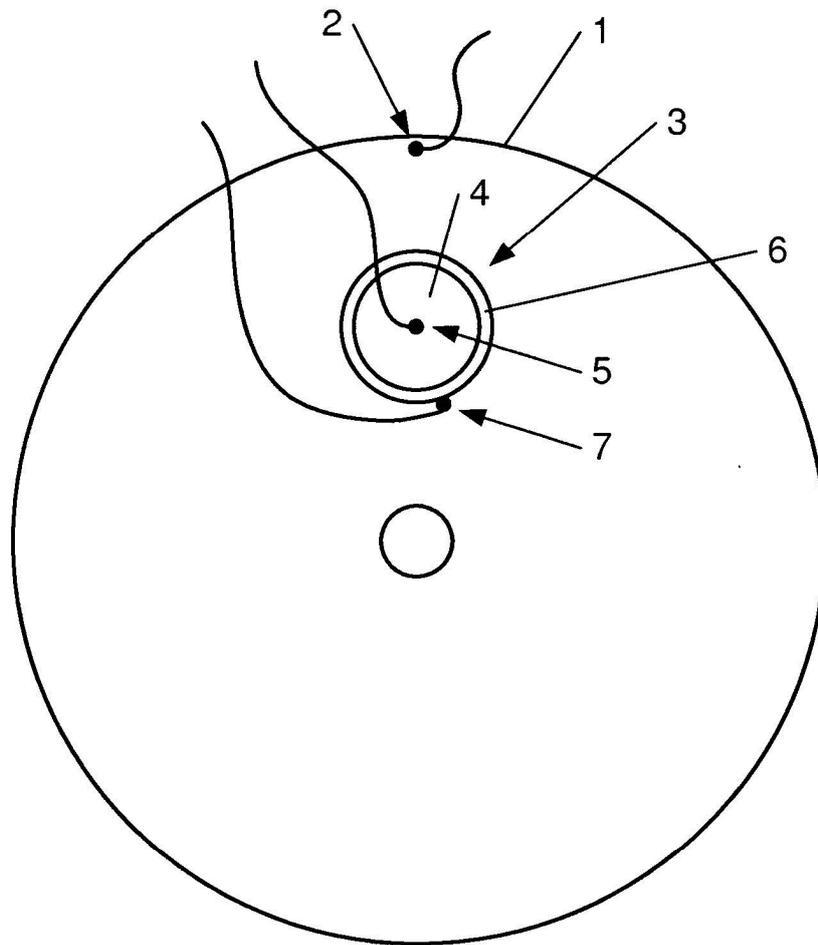
En uso, el gas de electrólisis combustible producido en el recipiente de electrólisis 8 es transportado a través de la línea 20 y la válvula de retención 21 y la electroválvula 22 al burbujeador de seguridad 23. El gas de electrólisis combustible es bombeado fuera del burbujeador de seguridad 23 por la bomba de vacío 24. El gas de electrólisis combustible pasa entonces a través del separador de agua 25 para separar toda gota de agua que sea arrastrada en la línea de gas 20 (separador por vibración o similar) antes de que el gas de electrólisis combustible entre en el motor 13. A través de las líneas 20a y 20b, respectivamente, el gas de electrólisis combustible es enviado a la válvula de control motorizada 27 y la válvula de tres vías 28 controlada eléctricamente. Estas válvulas son controladas por el módulo de control de motor 26 de acuerdo con la carga sobre el motor 13. Corriente abajo de la válvula 27, el gas de electrólisis combustible es precalentado por el intercambiador de calor 38 antes de ser suministrado al motor 13. El puenteo de la línea 20b es activo a una carga de motor constante. El gas de electrólisis combustible es suministrado a continuación al motor 13 a través de la línea 20c.

Cuando se requiere aceleración desde el motor 13, la válvula de tres vías 28 conmuta para que pueda pasar un flujo de gas de electrólisis combustible desde el depósito de almacenamiento de gas 29 al motor 13 a través de la línea 20b. El depósito de almacenamiento de gas 29 es rellenado rápidamente de forma automática cuando el motor 13 ejecuta una reducción de velocidad, y debido al vacío creado en la entrada 32, el diafragma 30 es estirado a través de la línea de presión reducida 31 de tal manera que el depósito de almacenamiento de gas 29 toma una cantidad pequeña de gas de electrólisis combustible que el motor 13 no requiere en desaceleración.

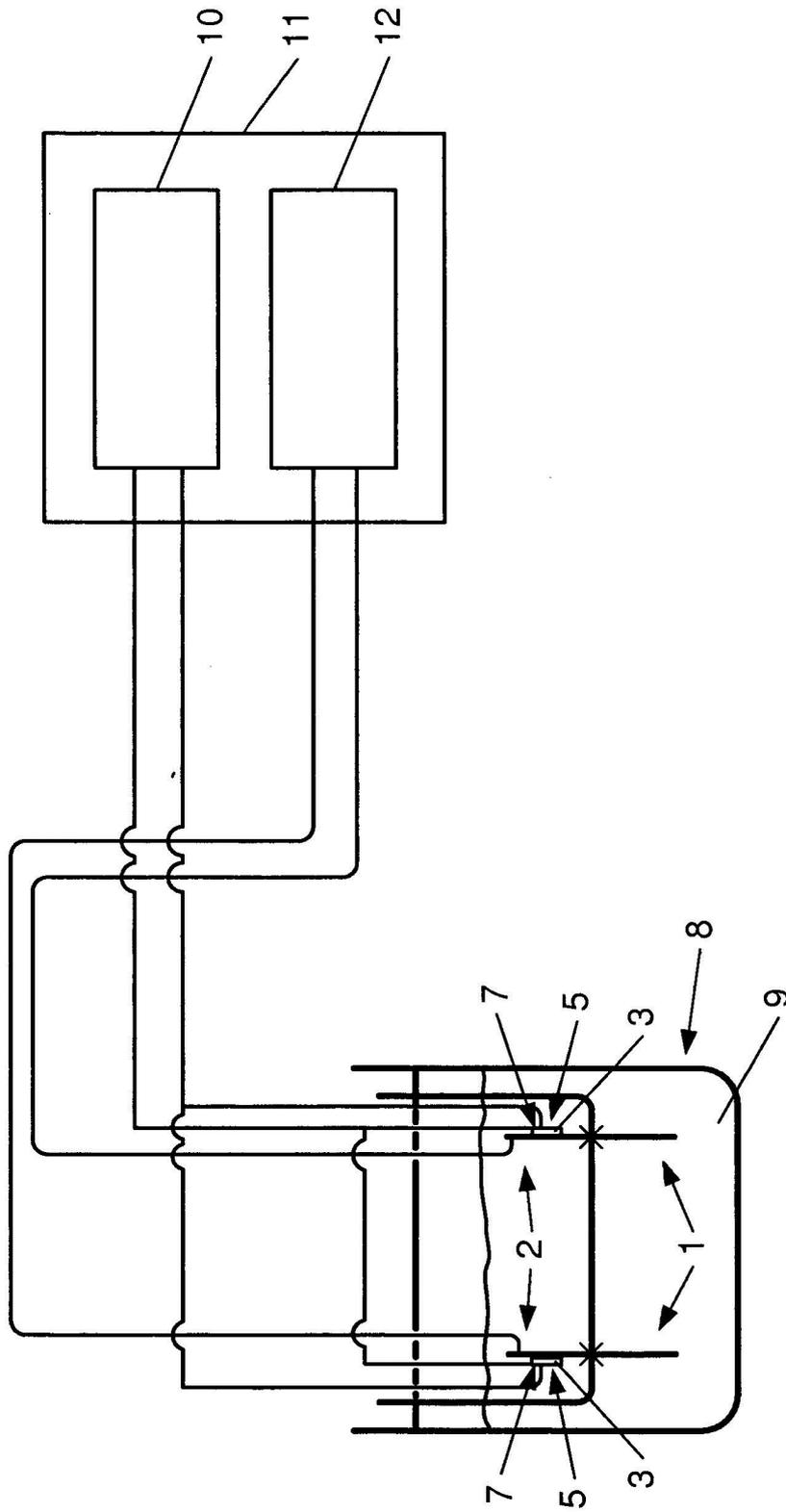
La invención no está limitada a los ejemplos expuestos arriba y son posibles cambios siempre que éstos estén dentro del marco de las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, aunque en la realización ilustrada los elementos piezoeléctricos están fijados a los electrodos usando un adhesivo aislante, también puede usarse de forma alternativa un adhesivo conductor. Por estas razones, la descripción y los dibujos de la presente solicitud sirven simple y únicamente como ilustraciones.

**REIVINDICACIONES**

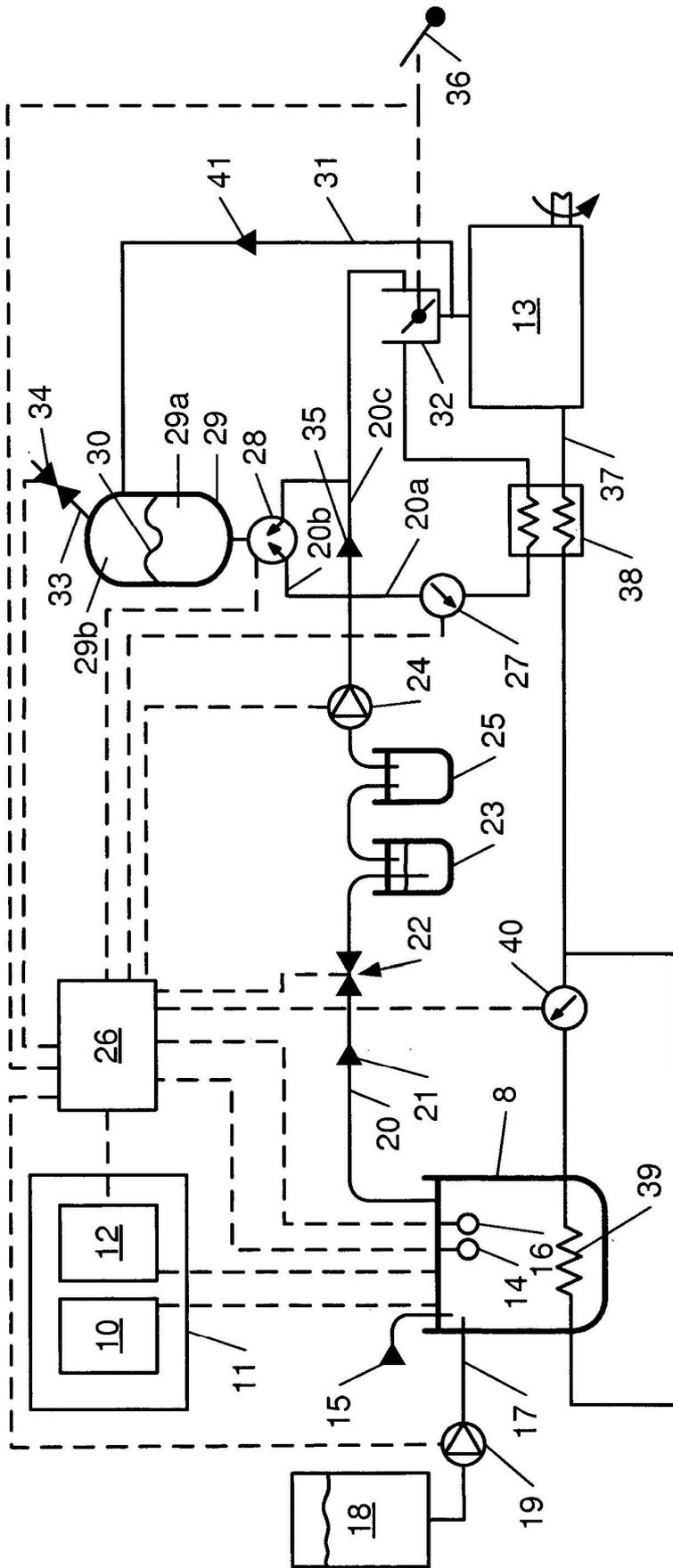
1. Procedimiento de electrólisis para la separación de gases de electrólisis a partir de un electrolito líquido mediante al menos un electrodo de electrólisis bajo tensión eléctrica, caracterizado por que se hace vibrar artificialmente dicho electrodo de electrólisis con una frecuencia de vibración y dicha tensión eléctrica del electrodo de electrólisis oscila con una frecuencia armónica menor que dicha frecuencia de vibración.
2. Procedimiento de electrólisis según la reivindicación 1, en el que dicha frecuencia de vibración es una frecuencia de resonancia.
3. Procedimiento de electrólisis según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho electrolito líquido contiene agua de tal manera que los gases de electrólisis separados contienen un gas combustible que contiene hidrógeno.
4. Procedimiento de electrólisis según la reivindicación 3, en el que dicho gas combustible que contiene hidrógeno se quema y los gases de escape calientes que se producen en esta combustión precalientan el agua líquida y/o el gas combustible que contiene hidrógeno.
5. Dispositivo de electrólisis que comprende:
- a) un recipiente de electrólisis con al menos un par de electrodos sustancialmente similares, comprendiendo cada uno un material eléctricamente conductor con un contacto eléctrico para conexión a un circuito de electrólisis, y un elemento piezoeléctrico con dos contactos eléctricos para conexión a un circuito de vibración separado,
  - b) un circuito de electrólisis conectado a dichos electrodos, en el que cada uno de los dos electrodos de un par de electrodos está conectado al circuito con polaridad inversa, y
  - c) un circuito de vibración conectado a dichos elementos piezoeléctricos, y
- caracterizado por que el circuito de vibración tiene un regulador para controlar la tensión de salida con una frecuencia de vibración y dicho circuito de electrólisis también está conectado a dicho regulador con el fin de controlar la tensión de salida del circuito de electrólisis con una frecuencia armónica menor que dicha frecuencia de vibración.
6. Dispositivo de electrólisis según la reivindicación 5, en el que dicho regulador es un regulador de anchura de impulso.
7. Dispositivo de electrólisis según una de las reivindicaciones 5 o 6, en el que dicha frecuencia de vibración es una frecuencia de resonancia de los electrodos.
8. Dispositivo de electrólisis según una de las reivindicaciones 5 a 7, con una alimentación de electricidad que precede de una fuente de energía renovable.
9. Sistema de combustión que comprende un dispositivo de electrólisis según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, un dispositivo de combustión y una línea de gas entre el dispositivo de electrólisis y el dispositivo de combustión para alimentar el dispositivo de combustión con un gas de electrólisis combustible.
10. Sistema de combustión según la reivindicación 9, en el que dicha línea de gas comprende un burbujeador de seguridad.
11. Sistema de combustión según la reivindicación 10, en el que dicha línea de gas también contiene un válvula de retención conectada antes del burbujeador de seguridad.
12. Sistema de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, con un depósito de almacenamiento de gas de electrólisis conectado también a dicha línea de gas.
13. Sistema de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, con un tubo de escape conectado también al dispositivo de combustión con al menos un intercambiador de calor conectado a la línea de gas y/o al depósito de electrólisis.
14. Sistema de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que dicho dispositivo de combustión es un motor de combustión.



***Fig. 1***



**Fig. 2**



**Fig. 3**