

(19)

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 939 558**

(21) Número de solicitud: 202130995

(51) Int. Cl.:

C01B 3/04 (2006.01)**B01J 7/00** (2006.01)

(12)

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

(22) Fecha de presentación:

22.10.2021

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

24.04.2023

Fecha de concesión:

17.10.2023

(45) Fecha de publicación de la concesión:

24.10.2023

(73) Titular/es:

HIDROGMAR ROS ROCA, SLU (100.0%)
Crta. Bodegas de Perales, km 3.5
42320 Langa de Duero (Soria) ES

(72) Inventor/es:

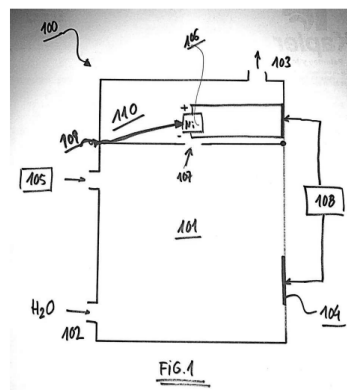
ROCA ENRICH, Salvador

(74) Agente/Representante:

SAHUQUILLO HUERTA, Jesús(54) Título: **UN DISPOSITIVO DE GENERACIÓN DE HIDRÓGENO**

(57) Resumen:

Un dispositivo de generación de hidrógeno (100) a partir de agua en estado líquido que comprende una cámara de hidrólisis (101) que está configurada para contener un volumen variable de agua en estado líquido a temperatura ambiente y presión atmosférica, siendo este volumen de agua el elemento procesado para la obtención de hidrógeno y otros gases por la implosión de una pluralidad de burbujas generadas en el interior de la cámara de hidrólisis (101) debido a un cambio de las condiciones de presión; y una segunda cámara de gases (110) separada de la primera cámara de hidrólisis (101) mediante unos medios de separación de gases (106, 107); y donde dicha segunda cámara de gases (110), en su parte superior, comprende una salida de gases (103) configurada para facilitar la salida de los gases resultantes del proceso.



ES 2 939 558 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Un dispositivo de generación de hidrógeno

5 **Campo técnico**

La presente invención está referida a un dispositivo para la generación de hidrógeno en estado gaseoso a partir de agua en estado líquido y cuyo principio de funcionamiento está basado en la radiación de agua con señales ondulatorias configuradas para romper la molécula de
10 agua.

Estado de la técnica anterior

El hidrógeno y la producción de energía son conceptos sobre los que se ha estado
15 investigando en las últimas décadas. En la actualidad, casi la totalidad de la producción de hidrógeno proviene de los combustibles fósiles, lo que resulta un proceso altamente contaminante debido a la emisión de gases nocivos y de dióxido de carbono, que es el gas relacionado directamente con el efecto invernadero.

20 El hecho de emplear combustibles fósiles reside en que métodos conocidos, como la electrólisis del agua, no pueden ser aplicados debido a su alto coste económico, ya que el hidrógeno generado produce menos energía que la empleada para su obtención, haciendo este proceso lógicamente inviable.

25 Uno de los problemas técnicos que hay que resolver en el estado de la técnica actual es la obtención de un sistema que pueda realizar el proceso de electrólisis de forma eficiente. Para ello, se emplean electrodos basados en aleaciones formadas por metales preciosos o de alto valor económico, por lo que, aunque el proceso de electrólisis pueda ser viable económicamente, el coste de las aleaciones que conforman los electrodos hace inviable estos
30 procesos. Por otro lado, los procesos con electrodos más económicos no ofrecen rendimientos aceptables.

Por otro lado, en el estado de la técnica se describen tecnologías alternativas para la generación de hidrógeno que intentan solucionar el problema de la eficiencia en la electrólisis.
35 No obstante, cuando se escala de la fase de laboratorio a la fase de producción industrial, la complejidad de las instalaciones necesarias hace inviable esta tecnología como un sistema

de generación práctico.

Por ejemplo, el documento WO2010/002781 describe un método y un aparato para generar gas hidrógeno como H_2 a partir de un líquido que contiene hidrógeno, como el agua. En una realización, la estructura es una célula electrolítica configurada con mejoras catalíticas para maximizar el volumen y la masa de hidrógeno producido, y minimizar la entrada de energía, minimizando así el coste de operación. Este dispositivo está particularmente configurado para mejorar catalíticamente la descomposición del agua y la formación de hidrógeno gaseoso mediante:

- 1) la configuración del aparato contenedor de campos eléctricos y magnéticos;
- 2) el uso de la sonoquímica y la cavitación; y
- 3) el uso de solutos y disolventes aplicables en el dispositivo que cambian el pH, el estado iónico y el potencial químico de la solución del dispositivo.

En el documento WO02/46092 se describe que el objeto de este documento es una instalación para recibir hidrógeno y/u oxígeno de un líquido que contiene hidrógeno o hidrógeno-oxígeno, en lo sucesivo denominado "Materia Prima Básica", iniciando la cavitación en la misma. Los atributos esenciales de una instalación son la disponibilidad de los siguientes elementos:

- 1) un recipiente en el que se encuentra la Materia Prima;
- 2) un generador de cavitación, que inicia la cavitación en la Materia Prima Básica;
- 3) una fuente de energía para un generador de cavitación;
- 4) un dispositivo (dispositivos) para captar hidrógeno y/u oxígeno.

La instalación asegura una oportunidad de un método económico y ecológicamente seguro para recibir hidrógeno y/u oxígeno y puede ser utilizado en diferentes esferas de la actividad humana, donde es necesario utilizar el hidrógeno y/u el oxígeno.

Así pues, en el actual estado de la técnica no se describen métodos y/o dispositivos para la producción de hidrógeno que sean económicamente viables y que puedan tener un rendimiento aceptable a escala industrial.

Explicación de la invención

La presente invención tiene por objeto solucionar los inconvenientes indicados en el estado de la técnica mediante una tecnología basada en ondas electromagnéticas generadas en determinadas frecuencias y que permiten llevar a cabo una reacción basada en el principio de cavitación, pero de forma controlada. Es otro objeto de la invención el generar una

pluralidad de gases a partir de agua en estado líquido con un rendimiento eficaz, utilizando para ello una cámara de hidrólisis diseñada para tal fin.

Así pues, el objeto de la presente invención consiste en un dispositivo generador de hidrógeno en estado gaseoso a partir de una fuente de agua en estado líquido y que comprende, al menos, un filtro para recolectar el hidrógeno generado de entre la mezcla de gases producida en la cámara de hidrólisis. Este objeto se alcanza con el dispositivo de las reivindicaciones que acompañan a la presente memoria descriptiva.

En un primer aspecto de la invención se reivindica un filtro de hidrógeno en estado gaseoso que se caracteriza porque consiste en una placa de un hidruro metálico por la que circula una corriente eléctrica en un determinado sentido o polaridad, de tal forma que el hidrógeno en estado gaseoso queda atrapado en la placa de hidruro metálico cuando la corriente eléctrica circula con una determinada polaridad y se libera el hidrógeno de la placa de hidruro metálico cuando la corriente circula en la polaridad contraria, permaneciendo en la placa en ausencia de corriente. En una realización práctica, el hidruro metálico es níquel (Ni).

En un segundo aspecto de la invención, el dispositivo de generación de hidrógeno en estado gaseoso que comprende:

una cámara de hidrólisis que está configurada para contener un volumen variable de agua en estado líquido a temperatura ambiente y presión atmosférica, siendo este volumen de agua el elemento procesado para la obtención de hidrógeno y otros gases por la implosión de al menos una burbuja generada en el agua contenida en la cámara; y

una segunda cámara de gases separada de la primera cámara de hidrólisis mediante unos medios de separación de gases; y donde dicha segunda cámara de gases, en su parte superior, comprende una salida de gases configurada para facilitar la salida de los gases resultantes del proceso;

caracterizado porque

el dispositivo de generación de hidrógeno comprende unos medios de generación de ondas electromagnéticas y un sistema de vacío que están configurados para generar unas condiciones de presión variables por unidad de tiempo en el interior de la primera cámara de hidrólisis hasta la implosión de al menos una burbuja generada en el agua contenida en el interior de la primera cámara de hidrólisis debido a las variaciones de las condiciones de presión interna de la cámara de hidrólisis.

En una realización práctica, los medios de separación de gases comprenden al menos un

filtro de hidrógeno en estado gaseoso de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

En una realización práctica, la cámara de hidrólisis comprende, al menos, una entrada de agua configurada para recibir, de forma continua o por lotes, el agua en estado líquido que se pretende disociar.

En otra realización práctica, los medios de generación de ondas electromagnéticas están configurados para generar al menos una onda electromagnética optimizada para producir una compresión adiabática en el interior de la cámara de hidrólisis, para lo cual, la distancia entre el valle y la cresta de la onda generada es igual o inferior a 0,05 segundos.

En otra realización práctica, las frecuencias de las ondas electromagnéticas generadas en los medios generadores de ondas electromagnéticas están comprendidas entre los 20 KHz y los 3 GHz.

En otra realización práctica, la forma de onda generada en los medios generadores de ondas electromagnéticas es una onda sinusoidal pero con una limitación en la subida en una rango comprendido entre el 10% y el 40% de la amplitud de pico de la onda sinusoidal.

La instalación de producción de gas hidrógeno conforme a la invención comprende una fuente de alimentación eléctrica, un dispositivo generador de gas hidrógeno, un sistema de suministro de agua que suministra agua al dispositivo generador, un sistema colector de gases generados en el dispositivo generador, un sistema de filtrado y almacenaje del gas hidrógeno, en el que el dispositivo generador es el dispositivo generador con las características principales y, en su caso, una o más de las características opcionales o preferentes, anteriormente descritas, y en el que la fuente de alimentación eléctrica está también conectada al motor generador ondular a través del módulo electrónico de control.

La fuente de alimentación de la instalación puede comprender una batería que suministra energía eléctrica al módulo electrónico de control y una instalación fotovoltaica o de cualquier otra índole dentro de las energías renovables, que suministra energía eléctrica a la batería. No obstante lo anterior, el sistema puede funcionar con corrientes continuas o alternas como entrada eléctrica de suministro.

La instalación de producción de gas hidrógeno puede comprender además elementos adicionales en sí convencionales, tales como por ejemplo sensores de presión de gas y agua,

sensores eléctricos, un sistema eléctrico de protección frente a sobrecargas, válvulas de paso y de seguridad, bombas que bombean el gas hidrógeno y el gas oxígeno a sus respectivos depósitos, una bomba de agua para bombear agua desde el depósito de suministro de agua al dispositivo generador

5

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, la palabra «comprende» y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la invención y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración y no se pretende que restrinjan la presente invención. Además, la invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

10

Breve descripción de los dibujos

15

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención, que se ilustra como un ejemplo no limitativo de ésta.

20

La FIG.1 muestra un esquema del dispositivo de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente invención. En la FIG.2 se muestra una forma de onda electromagnética del tipo empleado en la presente invención.

Explicación de un modo detallado de realización de la invención

25

De acuerdo con las figuras adjuntas, en un ejemplo de realización práctica de la invención, el dispositivo generador 100 comprende una cámara 101 de hidrólisis que está configurada para contener un volumen variable de agua en estado líquido, siendo este volumen de agua el elemento que procesará el dispositivo generador 100 para la obtención de hidrógeno (H_2) y otros gases fruto de la reacción en el interior de la cámara 101. El dispositivo generador 100, además, comprende una segunda cámara de gases 110 separada de la primera cámara de hidrólisis 101 mediante los medios de separación de gases 106,107. En dicha segunda cámara de gases 110, en su parte superior, el dispositivo generador 100 comprende una salida de gases 103 configurada para facilitar la salida de los gases resultantes del proceso, tal y como se describirá posteriormente.

30

35

La cámara 101 de hidrólisis comprende, al menos, una entrada de agua 102 para recibir -de forma continua o por lotes- el agua que se pretende disociar. En el interior de la primera cámara de hidrólisis 101 se sitúan unos medios de generación de ondas electromagnéticas 104 que están conectados con un módulo electrónico de control 108 que, en una realización práctica no limitativa comprende, al menos, un procesador o procesadores y una memoria o memorias que almacenan un programa o programas que consisten en una pluralidad de instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador o procesadores hacen que el módulo electrónico de control 108 genere las ondas electromagnéticas requeridas en potencia, frecuencia y forma para llevar a cabo el efecto de generación de gases a partir del agua contenida en la cámara de hidrólisis 101.

Por otro lado, el sistema de vacío 105 está configurado para generar unas condiciones de presión mínimas en el interior de la primera cámara de hidrólisis 101, aunque también puede generar presiones superiores a la presión mínima, de tal forma que el sistema de vacío 105 está configurado para crear condiciones de presión variables por unidad de tiempo.

El proceso para romper una molécula de agua consiste -esencialmente- en proporcionar una cantidad de energía suficiente para romper los enlaces entre átomos, de tal forma que se aísla el átomo en forma de ion. Para ejecutar este proceso no es necesario que toda la energía se aporte de forma exógena, sino que también puede existir una aportación endógena de energía, como se describe en la presente invención.

Como se ha indicado previamente, en el estado de la técnica se conocen distintas formas de romper moléculas de agua, como puede ser mediante el uso de láseres de precisión o un aporte de energía a la masa de agua en forma de calor. No obstante, la presente invención produce cambios en las condiciones de presión del entorno para provocar una serie de procesos termodinámicos en el medio, tal y como describiremos a continuación.

En primer lugar, el agua contenida en la cámara de hidrólisis 101 está en estado líquido, a presión atmosférica y a temperatura ambiente. A continuación, el agua se somete a un cambio rápido de presión mediante el sistema de vacío 105, pero también mediante la generación de ondas electromagnéticas 104 con una frecuencia, amplitud de pico y potencia determinadas, generando de este modo un entorno de presiones negativas en al menos una región marginal de la cámara de hidrólisis 101. En la presente memoria descriptiva, por región marginal se entenderá al menos una zona próxima a las paredes de la cámara de hidrólisis 101.

- Las presiones negativas en las regiones marginales provocan un proceso de generación de cavidades, esto es, que el agua a presión atmosférica y temperatura ambiente que se encuentra en estado líquido cambia a estado gaseoso formando (al menos) una burbuja. Mientras que la presión se mantiene en valores negativos (por ejemplo, cuando la onda electromagnética representada en la figura 2 está en la zona valle), las cavidades crecen a una velocidad determinada. En el momento que las condiciones combinadas del sistema de vacío 105 y del generador de ondas EM 104 llevan a la cámara de hidrólisis 101 hacia presiones mayores, el crecimiento de la burbuja variará de forma repentina. Es decir, su membrana acuosa no puede seguir creciendo y se produce un efecto contrario que provoca una inversión del movimiento de la membrana acuosa de la burbuja y, por lo tanto, una implosión de la burbuja. Es en este instante cuando se genera en el interior de la cavidad (i.e., de la burbuja) una reacción química que forma gases a temperaturas muy altas en intervalos de tiempo muy cortos.
- La forma de la onda electromagnética (figura 2) generada por los medios de generación de ondas EM 104 está optimizada para producir una compresión adiabática en el interior de la cámara 101 de hidrólisis, para lo cual, la distancia entre el valle y la cresta de una onda generada es igual o inferior a 0,05 segundos. En una realización práctica de la invención, las frecuencias de las ondas EM generadas en los medios generadores de ondas EM 104 están comprendidas entre los 20 KHz y los 3 GHz. A su vez, la forma de onda producida es, preferentemente, una onda sinusoidal pero con una limitación en la subida (i.e., en la cresta de la onda) o dicho de otra forma, con un límite en la generación de presiones más altas dentro de la cámara 101 de hidrólisis.
- Mediante este mecanismo ondular, las cavidades formadas implosionan en el momento óptimo que implica, necesariamente, la máxima generación de temperatura y gases. En una realización práctica de la invención, los valores de amplitud máximas de la onda están en un rango comprendido entre el 10% y el 40% de la amplitud de pico de la onda sinusoidal.
- En este proceso termodinámico, la relación presión-temperatura debe mantenerse, de forma que una reducción brusca del volumen de la burbuja implica un aumento brusco de la temperatura de los gases contenidos en la burbuja. Así pues, el aumento de la temperatura se consigue mediante la absorción de energía del entorno, de tal forma que los gases de la burbuja se calientan absorbiendo la energía del agua líquida que las rodea, produciendo un enfriamiento del agua líquida y un calentamiento de los gases contenidos en la burbuja.

La energía absorbida del medio permite que las condiciones termoquímicas dentro de la burbuja se adecúen al proceso de ruptura de las moléculas de agua, produciendo en esas fases una gran cantidad de hidrógeno y oxígeno en estado gaseoso, además de otros gases dependiendo de la composición exacta del agua contenida en la cámara de hidrólisis 101. El proceso indicado, en resumen, es similar un proceso de ebullición que se consigue por cambios en las presiones del agua en la cámara 101 de hidrólisis.

Por lo tanto, la presente invención cuenta con la particularidad de que la única energía que se debe aportar al dispositivo 100 es la necesaria para el generador de ondas 104, el sistema de vacío 105 y para que los medios de separación de gases 106,107 puedan aislar el hidrógeno, tal y como se describe a continuación.

Un punto muy importante de la invención es la captura del hidrógeno generado. Para ello se emplean los medios de separación de gases 106,107. Dado que los gases generados por la implosión de las burbujas en el interior de la cámara 101 de hidrólisis ascienden verticalmente, es necesario implementar un filtro 106 dispuesto en la parte superior de la cámara 101 de hidrólisis, separando esta primera cámara 101 de la segunda cámara de gases 110. El filtro 106 comprende una entrada 107 que es un orificio que comunica la parte reactiva (la cámara 101) con el filtro 106, de tal forma que el gas resultante asciende desde la cámara 101 hasta el filtro 106 pasando por la entrada u orificio 107.

El filtro 106 consiste en una placa cuyo material es un hidruro metálico. En una realización práctica no limitativa, níquel (Ni). Por la placa circula una corriente eléctrica en un determinado sentido o polaridad. De esta manera, el hidrógeno queda atrapado en la placa del filtro 106 mientras que el resto de los gases salen por la salida de gases 103.

El hidrógeno capturado en el filtro 106 puede ser liberado cambiando la polaridad, es decir, invirtiendo el sentido de la circulación de la corriente, por ejemplo, mediante instrucciones almacenadas en la memoria y ejecutadas por el procesador del dispositivo de control 108. Así, en el filtro 106 se pueden establecer ciclos alternativos de liberación de hidrógeno/oxígeno, o bien, mediante la señal recibida por un sensor de hidrógeno 109, de tal forma que cuando la presencia de H_2 en el filtro 106 supera un determinado umbral medido en ppm, se envía una señal al dispositivo de control 108 para el cambio de polaridad.

Finalmente, en una realización de la invención, el filtro 106 comentado anteriormente puede también actuar como sistema de almacenamiento del hidrógeno y puede transportarse

simplemente eliminando la corriente circulante. Por tanto, el filtro 106 comentado anteriormente será modular, pudiendo separarse fácilmente de la cámara de hidrólisis 101, permitiendo el transporte de hidrógeno de forma eficaz.

REIVINDICACIONES

1. Un filtro (106) de hidrógeno en estado gaseoso que se **caracteriza** porque consiste en una placa de un hidruro metálico por la que circula una corriente eléctrica en un determinado
5 sentido o polaridad, de tal forma que el hidrógeno en estado gaseoso queda atrapado en la placa de hidruro metálico cuando la corriente eléctrica circula con una determinada polaridad y se libera el hidrógeno de la placa de hidruro metálico cuando la corriente circula en la polaridad contraria, permaneciendo en la placa en ausencia de corriente.
- 10 2. El filtro (106) de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1 donde el hidruro metálico es níquel (Ni).
3. Un dispositivo de generación de hidrógeno (100) en estado gaseoso que comprende:
una cámara de hidrólisis (101) que está configurada para contener un volumen variable
15 de agua en estado líquido a temperatura ambiente y presión atmosférica, siendo este volumen de agua el elemento procesado para la obtención de hidrógeno y otros gases por la implosión de al menos una burbuja generada en el agua contenida en la cámara; y
una segunda cámara de gases (110) separada de la primera cámara de hidrólisis (101) mediante unos medios de separación de gases (106,107); y donde dicha segunda cámara de
20 gases (110), en su parte superior, comprende una salida de gases (103) configurada para facilitar la salida de los gases resultantes del proceso;
caracterizado porque
comprende unos medios de generación de ondas electromagnéticas (104) y un sistema de vacío (105) que están configurados para generar unas condiciones de presión
25 variables por unidad de tiempo en el interior de la primera cámara de hidrólisis (101) hasta la implosión de al menos una burbuja generada en el agua contenida en el interior de la primera cámara de hidrólisis (101) debido a las variaciones de las condiciones de presión interna de la cámara de hidrólisis (101).
- 30 4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3 donde los medios de separación de gases comprenden al menos un filtro (106) de hidrógeno en estado gaseoso de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2.
5. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4 donde la
35 cámara (101) de hidrólisis comprende, al menos, una entrada de agua (102) configurada para recibir, de forma continua o por lotes, el agua en estado líquido que se pretende disociar.

6. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 donde los medios de generación de ondas electromagnéticas (104) están configurados para generar al menos una onda electromagnética optimizada para producir una compresión adiabática en el interior de la cámara (101) de hidrólisis, para lo cual, la distancia entre el valle y la cresta de la onda generada es igual o inferior a 0,05 segundos.

7. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6 donde las frecuencias de las ondas electromagnéticas generadas en los medios generadores de ondas electromagnéticas (104) están comprendidas entre los 20 KHz y los 3 GHz.

8. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6 donde la forma de onda generada en los medios generadores de ondas electromagnéticas (104) es una onda sinusoidal pero con una limitación en la subida en un rango comprendido entre el 10% y el 40% de la amplitud de pico de la onda sinusoidal.

