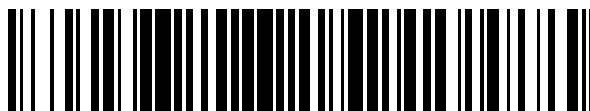


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 283**

51 Int. Cl.:

B01J 7/00 (2006.01)

B01J 7/02 (2006.01)

C10J 3/00 (2006.01)

B01J 8/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05848152 .4**

96 Fecha de presentación: **12.11.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1814653**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.08.2007**

54 Título: **Cartucho de generador de hidrógeno**

30 Prioridad:
12.11.2004 US 627257 P
02.12.2004 US 632460 P
23.02.2005 US 655373 P
20.05.2005 US 683024 P
08.06.2005 US 688456 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.11.2012

73 Titular/es:
TRULITE, INC. (100.0%)
151 Powell Road, Suite 111
Columbia, SC 29203, US

72 Inventor/es:
SHURTLEFF, JAMES KEVIN;
LADD, ERIC J.;
BRYDON, CHRIS A.;
PATTON, JOHN M. y
ANDERSON, HOWARD

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 391 283 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

Cartucho de generador de hidrógeno

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a aparatos y procedimientos para producir hidrógeno. Las realizaciones que se describen en el presente documento se refieren a aparatos y procedimientos para liberar hidrógeno a partir de los hidruros químicos.

10 El documento US 5.514.353 describe un generador de hidrógeno de respuesta a demanda en base a una reacción de agua híbrida. El generador de hidrógeno se dota de un cartucho de hidruro que comprende una estructura de soporte de metal de lámina perforada corrugada.

15 El documento US 2003/0228252 describe un aparato para la generación de hidrógeno a través de una reacción controlada entre agua y un híbrido químico.

Breve descripción de los dibujos

20 Las figuras 1A y 1B son unas vistas en perspectiva de dos realizaciones del cartucho de combustible de hidrógeno de la presente invención.

La figura 2 es otra vista del cartucho de combustible similar a la que se observa en la figura 1, pero que incluye además un depósito de ácido.

25 Las figuras 3A y 3B son unas vistas en perspectiva de la parte frontal y posterior del tapón de extremo frontal del cartucho de combustible que se observa en la figura 1.

Las figuras 4A y 4B ilustran el depósito de ácido que se emplea en una realización de la presente invención. La figura 5 ilustra una bolsa de hidruro químico enrollada en espiral que se utiliza en una realización de la presente invención.

La figura 6 ilustra una realización de la bolsa de hidruro químico.

30 La figura 7 ilustra la colocación del hidruro químico en otra realización de la presente invención.

La figura 8 ilustra una realización de la placa de receptor de cartucho.

La figura 9 ilustra una realización del conjunto de receptor.

La figura 10 es un diagrama esquemático de una realización del sistema de generación de hidrógeno de la presente invención.

35 La figura 11 es un diagrama de estados que ilustra el funcionamiento de una realización del sistema de generación de hidrógeno de la presente invención.

La figura 12 es un diagrama esquemático que ilustra el uso de válvulas de control de líquido para dirigir el líquido al interior de los tubos de inyección.

40 La figura 13 es un diagrama esquemático parcial que ilustra unas modificaciones que se realizan a la figura 10 cuando se emplea un depósito de ácido.

La figura 14 es una vista en perspectiva de una realización adicional del cartucho de combustible de hidrógeno de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

45 Los aspectos de la presente invención son tal como se exponen en las reivindicaciones. En particular, la presente invención proporciona un sistema de generación de hidrógeno (1) que comprende:

50 a. por lo menos un cartucho (10) que comprende por lo menos un orificio de entrada de líquido (21) y por lo menos un orificio de salida de gas (20) y que contiene un reactivo de hidruro sustancialmente anhídrido mezclado con un agente de activación que comprende una sal de un metal alcalinotérreo o una sal de un metal alcalino;

55 b. por lo menos un conducto de líquido (30) que se extiende al interior de dicho cartucho (10), teniendo dicho conducto de líquido (30) por lo menos una abertura de distribución de líquido (32) formada sobre la misma;

c. un receptor de cartucho que se engancha de forma desmontable con dicho cartucho (10), comprendiendo dicho receptor de cartucho unos pasajes (42 y 43) que se corresponden con dicho orificio de salida de gas (20) y dicho orificio de entrada de líquido (21) sobre dicho cartucho (10); y

60 d. un sistema de control de inyección de reactivo líquido (75) conectado de forma operativa a dicho receptor de cartucho, leyendo dicho sistema de control (75) por lo menos un parámetro de reacción y ajustando una cantidad de reactivo líquido inyectada a partir de dicha abertura de distribución (32) en base a dicho por lo menos un parámetro de reacción.

65 La presente invención también proporciona un cartucho de combustible (10) para un sistema de generación de hidrógeno, comprendiendo dicho cartucho:

- a. un alojamiento (11) que comprende un tapón de extremo (15) y que contiene un reactivo de hidruro sustancialmente anhidro mezclado con un agente de activación que comprende una sal de un metal alcalinotérreo o una sal de un metal alcalino;
- 5 b. por lo menos un conducto de líquido (30) fijado a dicho tapón de extremo (15) y que se extiende al interior de dicho reactivo de hidruro sustancialmente anhidro, teniendo dicho conducto de líquido (30) por lo menos una abertura de distribución de líquido (32) formada sobre la misma, de tal modo que el reactivo líquido puede pasar en forma líquida al interior de dicho reactivo de hidruro sustancialmente anhidro;
- 10 c. en el que dicho tapón de extremo comprende un orificio de entrada de líquido (21) que se comunicará con dicho conducto de líquido (30) y un orificio de salida de gas (20), estando adaptados tanto dicho orificio de entrada de líquido (21) como dicho orificio de salida de gas (20) para sellarse con un receptor de cartucho.

La figura 1A ilustra una realización de un cartucho de combustible de hidrógeno que puede emplearse en el sistema de generación de hidrógeno de la presente invención. El cartucho de combustible 10 puede incluir un cuerpo o alojamiento tubular 11, el cual varía en la presente realización de 2,5 a 7,6 cm (de 1 a 3 pulgadas) de diámetro y de 10,2 a 20,3 cm (de 4 a 8 pulgadas) de longitud. Naturalmente, el alojamiento 11 no se limita a ninguna forma en sección transversal particular o cualquier dimensión particular. En una realización preferida, el alojamiento 11 está formado por un material tal como aluminio, el cual tiene una resistencia suficiente, es comparativamente ligero, y tiene unas buenas características de transferencia de calor. No obstante, muchos materiales sustitutos serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, incluyendo acero, acero inoxidable, cobre, materiales compuestos de fibra de carbono - resina epoxídica, materiales compuestos de fibra de vidrio - resina epoxídica, PEEK, derivados de polisulfona, polipropileno, PVC u otros materiales adecuados. La realización de la figura 1A también ilustra un tapón de extremo posterior 12 que tiene un mango 13 que permite que el cartucho de combustible 10 se coloque y se bloquee con facilidad en su lugar con otros componentes del sistema de generación de hidrógeno global, tal como se describirá a continuación.

El otro extremo del tapón de extremo posterior opuesto 12 del alojamiento 11 comprenderá un tapón de extremo frontal 15 que se observa con más claridad en las figuras 2 y 3. La presente realización del tapón de extremo frontal 15 incluirá una pluralidad de orificios de entrada de reactivo líquido (por ejemplo, agua) 21a-21d, un orificio de salida de gas hidrógeno 20, unas estructuras de alineamiento 24 y una abertura central roscada 23. En ciertas realizaciones que se describen en el presente documento, el reactivo líquido puede ser agua u otro reactivo acuoso (por ejemplo, una disolución ácida a base de agua). Por simplicidad, puede hacerse referencia a los orificios de entrada de un reactivo líquido 21 como orificios de entrada de agua 21 cuando se describen ciertas realizaciones. En la realización de las figuras 1-3, las estructuras de alineamiento 24 son unas aberturas circulares que se enganchan con un receptor de cartucho o en una realización, la placa de receptor 40 tal como se observa en la figura 8 (lo que se analiza a continuación). En la presente realización, las estructuras de alineamiento 24 se colocan de forma simétrica alrededor de la abertura central 23 para garantizar que el tapón de extremo 15 sólo puede engancharse con la placa de receptor 40 en una orientación. Por supuesto, otras realizaciones podrían incluir diferentes números de orificios de entrada de agua 21 y de orificios de salida de hidrógeno 20, junto con unos tipos diferentes de estructuras de alineamiento. En la realización que se ilustra, el tapón de extremo frontal 15 incluirá una ranura 25, lo que permitirá que el tapón de extremo 15 se enganche con, y se bloquee en, el alojamiento 11 mediante el engarce del extremo frontal del alojamiento 11 en la ranura 25 (o mediante cualquier otro procedimiento que forme un sello sustancialmente estanco a los gases).

Tal como puede verse del mejor modo en la figura 3B, el lado posterior del tapón de extremo frontal 15 incluirá un conjunto de soporte 17 que se forma de elementos estructurales que tienen unos conectores de tubo 26 que fijan los tubos de inyección de reactivo líquido 30 (véase la figura 1A) con el tapón de extremo frontal 15 y proporcionan unos pasajes continuos entre los tubos de inyección 30 y los orificios 21. En una realización, los tubos de inyección 30 están fijados al tapón de extremo 15 de una forma que evite sustancialmente que los tubos 30 se muevan en relación con el tapón de extremo 15 a lo largo de un eje paralelo a la longitud del alojamiento de cartucho 11. Otro conjunto de soporte 17 proporcionará espacio para que una cavidad de válvula de retención 22a (el lado posterior del orificio de salida de hidrógeno 20) contenga una válvula de retención integrada 22 que permite que el gas fluya sólo en el sentido hacia fuera, es decir, del interior al exterior del cartucho 10. En la realización preferida, el tapón de extremo se hace de plástico moldeado, por ejemplo, Delrin®, si bien un experto en la técnica observará que el tapón de extremo 15 podría hacerse de una variedad de materiales, incluyendo aluminio, acero, acero inoxidable, cobre, otros plásticos o materiales compuestos. En la realización que se ilustra, la válvula de retención puede ser una válvula de tipo en pico de pato de silicona fabricada por Vernay Laboratories, Inc. de Yellow Springs, OH. Tal como se sugiere en la figura 1A, los tubos de inyección de fluido 30 se extenderán al interior del alojamiento de cartucho 11, el cual contiene un reactivo sólido (tal como se explica con más detalle a continuación). En una realización, los tubos de inyección 30 pueden extenderse al interior del alojamiento 11 por lo menos la mitad de la longitud del alojamiento 11, a pesar de que, en otras realizaciones, los tubos de inyección 30 pueden extenderse menos de la mitad de la longitud del alojamiento.

En una realización preferida, los tubos de inyección de agua 30 tendrán un diámetro interior que varía de aproximadamente 0,5 a 5,0 mm, siendo el diámetro interior más preferiblemente de aproximadamente 1 mm. Los tubos de inyección pueden hacerse de aluminio, latón, u otro metal, PTFE, Nylon®, Delrin®, u otros polímeros de

alta temperatura. Tal como se sugiere en la figura 1A, una serie de aberturas de distribución de líquido 32 se formarán a lo largo de la longitud de los tubos de inyección de agua 30. En una realización, las aberturas de distribución de líquido 32 tendrán un diámetro que es no más grande que aproximadamente 1/5 del diámetro interior de los tubos de inyección de agua 30 y, más preferiblemente, no más grande que aproximadamente 1/10 de tal diámetro interior (por ejemplo, del orden de aproximadamente 50 a 1.000 micrómetros). Las aberturas de distribución de líquido 32 pueden estar separadas de cualquier forma para promover una distribución de líquido uniforme, tal como por ejemplo, cada 1,3 cm (media pulgada) sobre lados opuestos de los tubos de inyección 30. En ciertas realizaciones, las aberturas de distribución de líquido pueden estar separadas de una forma más próxima a lo largo de la longitud de los tubos 30, debido a que los tubos se extienden lejos del tapón de extremo frontal 15 con el fin de compensar la pérdida de carga en el fluido a medida que éste baja por la longitud del tubo de inyección 30. De forma alternativa, el tamaño de apertura podría aumentarse a medida que las aberturas se alejan con respecto al tapón de extremo frontal 15, con el fin de compensar la pérdida de carga.

Una realización adicional que se observa en la figura 1B eliminaría las múltiples aberturas 32 a lo largo de la longitud de los tubos y tendría sólo una abertura de inyección 32 en el extremo abierto de los tubos (a pesar de que esta única abertura podría encontrarse en cualquier otra parte a lo largo de la longitud de los tubos). La longitud de los diferentes tubos 30 podría variar a partir del tapón de extremo 15 con el fin de distribuir el reactivo líquido a través de la totalidad del alojamiento. Las realizaciones alternativas que se describen anteriormente, junto con otras realizaciones alternativas no especificadas, pueden emplearse para distribuir el reactivo líquido en diferentes ubicaciones en el interior del alojamiento 11.

Tal como se sugiere anteriormente, una realización del cartucho de combustible 10 contendrá un reactivo sólido tal como un material de hidruro anhidro. En ciertas realizaciones, un hidruro químico puede considerarse un compuesto reductor que contiene un metal e hidrógeno que genera gas hidrógeno cuando éste reacciona con agua u otros agentes oxidantes. Varios ejemplos de hidruros químicos se dan a conocer en la solicitud de los Estados Unidos con n.º de serie 10/459.991, presentada el 11 de junio de 2003 (el documento US 2003 228252). Unos ejemplos no limitantes de hidruros químicos pueden incluir el borohidruro de sodio, el borohidruro de litio, el hidruro de aluminio y litio, el hidruro de litio, el hidruro de sodio y el hidruro de calcio. En la realización que se observa en la figura 5, el reactivo de hidruro químico estará encerrado en el interior de una bolsa de material textil 31. Tal como se usa en el presente documento, "material textil" incluye no sólo materiales textiles, sino que también incluye materiales porosos a base de papel que se usan típicamente para fines de filtrado. Una realización del material textil será un material poroso, el cual puede mantener la integridad estructural a unas temperaturas que varían de aproximadamente -20 °C a aproximadamente 200 °C, un pH que varía de aproximadamente 4 a aproximadamente 14, y muestra por lo menos algo de potencial de efecto de mecha. Los materiales textiles preferidos pueden incluir Nylon tejido, mezcla de rayón y poliéster (por ejemplo, Pellon 30 fabricado por Pellon Consumer Products de Tucker, GA) o papel de filtro poroso tal como Papel 602 proporcionado por National Filter Media Corporation, Salt Lake City, UT. El potencial de efecto de mecha puede medirse en distancia de mechas de agua divididas por el tiempo. Los ejemplos ilustrativos incluyen el papel 603 - 6" (15,24 cm) en 60 min., Pellon 30 - 1,8" (4,57 cm) en 60 min., Nylon - 1,2" (3,05 cm) en 60 min., papel de filtro de café - 2,3" (5,84 cm) en 60 min. En ciertas realizaciones, puede emplearse un potencial de efecto de mecha de entre 0,3 cm y 25,4 cm (0,1 y 10 pulgadas) por minuto; otras realizaciones podrían ser de entre 1,3 cm y 7,6 cm (0,5 y 3 pulgadas) por minuto. En una realización, el espesor del material textil o papel podría ser de aproximadamente 3 mil a 12 mil, mientras que el tamaño de poro del material textil o papel podría ser de entre por lo menos 1 micrómetro y aproximadamente 50 micrómetros. Naturalmente, la presente invención puede incluir potenciales de efecto de mecha, espesores de material textil y tamaños de poro diferentes de los que se enumeran anteriormente.

En la realización de la figura 5, la bolsa de material textil 31 es comparativamente delgada, teniendo un área sustancialmente más grande que su espesor. La bolsa 31 puede formarse de cualquier forma convencional. Por ejemplo, al ver la figura 6, puede observarse cómo dos láminas rectangulares de material textil 33a y 33b pueden sellarse a lo largo de tres bordes (por ejemplo, mediante cosido 34) y segmentarse para dar unas secciones de 2,5 a 5,1 cm (de 1 a 2 pulgadas) 36 (también mediante cosido) para dejar los extremos abiertos 35. Las series de secciones 36 que se forman de este modo se rellenan con un material de hidruro de grano fino (que se describe a continuación) y se sellan a lo largo del cuarto borde, cerrando mediante cosido los extremos abiertos 35. Un espesor ilustrativo de una bolsa 31 de este tipo (es decir, el espesor de las secciones 36 cuando se desenrollan y se cargan con un hidruro químico) puede ser de aproximadamente 0,6 cm (1/4 de una pulgada) en una realización y sus dimensiones desenrolladas podrían ser de aproximadamente 14,6 cm por 50,8 cm (de 5,75 pulgadas por 20 pulgadas). A continuación, la bolsa 31 se enrolla hasta un diámetro lo bastante pequeño para insertarse en el alojamiento tubular 11, tal como se sugiere en la figura 5 (el tapón de extremo frontal 15 se ha retirado con fines de claridad). Los tubos de inyección de agua 30 se insertan a continuación con cuidado entre unas capas superpuestas de la bolsa enrollada 31. Las figuras 1 y 3A ilustran cómo en una realización, los orificios de agua 21 (y, por lo tanto, los tubos de inyección 30) pueden disponerse en una configuración no uniforme, tal como un patrón en espiral. Por ejemplo, el orificio de agua 21a en la figura 3A está lo más cerca del punto central del tapón de extremo 15. A continuación, el orificio de agua 21b se separa en sentido radial adicionalmente con respecto al punto central, con el orificio de agua 21c incluso más separado y el orificio de agua 21d todavía más separado. De esta forma, los tubos de inyección de agua 30 pueden seguir el patrón en espiral de la bolsa enrollada 31. No obstante, otras realizaciones podrían utilizar unas orientaciones diferentes de la bolsa 31, o podrían usar una serie de bolsas más

pequeñas 31 a diferencia de la bolsa continua 31 que se observa en la figura 6, y podrían usar cualquier disposición de los tubos de inyección 30. En una realización, los componentes en el interior del cartucho 10 tendrán una estabilidad frente a la temperatura de entre por lo menos aproximadamente -20 °C hasta por lo menos aproximadamente 200 °C y una estabilidad/resistencia frente a la corrosión a unos pH que varían de aproximadamente 4 a aproximadamente 14.

Una realización alternativa del cartucho 10 se observa en la figura 7. En la presente realización, el material de hidruro químico 38 no está colocado en el interior de una bolsa, sino que se coloca directamente dentro del espacio interior del alojamiento de cartucho 11 (que se observa con el tapón de extremo 15 retirado) y los tubos de inyección de agua 30 se extenderán al interior del lecho del material de hidruro químico 38. No obstante, en la presente realización, los tubos de inyección de agua 30 estarán cubiertos con un manguito delgado 37 del material textil, tal como un material refractario tejido que es, en una realización, un material textil con un espesor de 10 mil comercializado con el nombre comercial Silex® fabricado por Mid Mountain Materials, de Mercer Island, WA. Naturalmente, el tapón de extremo 15 que se observa en las figuras 1-3 se modificaría para tener dos orificios de inyección de líquido 21 para corresponderse con los dos tubos de inyección 30 que se observan en la figura 7. A pesar de que no se muestra de forma explícita en los dibujos, cuando el material de hidruro químico 38 se coloca directamente en el alojamiento de cartucho 11, puede ser también ventajoso colocar una capa de 0,3 cm (0,125 pulgadas) de espesor de un material de fieltro de fibra de carbono poroso entre la salida de hidrógeno y el material de hidruro con el fin de filtrar el gas hidrógeno saliente.

Una realización más adicional del cartucho 10 se observa en la figura 14. En la presente realización, el tapón de extremo 15 es similar al que se describe anteriormente. No obstante, un único tubo de inyección 30 se extiende al interior del alojamiento 11 hacia el fondo de un lecho del material de hidruro químico. El tubo de inyección 30 tendrá una abertura en el extremo del tubo. El cartucho 10 puede estar orientado en vertical, de tal modo que el agua inyectada en el lecho de hidruro reaccionará en primer lugar con el material de hidruro en el fondo del lecho. A medida que se inyecta agua adicional, el agua elevará y activará el material de hidruro a lo largo de la longitud del cartucho 10. En otras variaciones, el cartucho 10 puede encontrarse en unas orientaciones no verticales. El término "lecho" del material de hidruro químico puede significar una masa de material de hidruro suelto que está colocada directamente en el cartucho 10 (por ejemplo, la figura 7) o que el material de hidruro se encuentra en una bolsa (por ejemplo, la figura 5), que se inserta en el cartucho 10 o cualquier otra forma de (o recipiente para) colocar el material de hidruro en el cartucho 10.

Tal como se sugiere anteriormente, la figura 8 ilustra una realización de la placa de receptor 40. La placa de receptor 40 incluirá un cuerpo de receptor 41 que tiene varias estructuras formadas sobre el mismo y en su interior para acoplarse con el tapón de extremo 15 del cartucho 10. En el interior del cuerpo de receptor 41 se encuentran las estructuras de alineamiento o pasadores de guía 45 que se acoplarán con las estructuras de alineamiento 24 sobre el tapón de extremo 15. Adicionalmente, la placa de receptor 40 incluye una pluralidad de conectores de orificio 44 que se acoplarán con los orificios de hidrógeno y de agua 20 y 21 sobre el tapón de extremo 15. Unas indentaciones 49 alrededor de los conectores de orificio 44 alojarán unos dispositivos de sellado tales como juntas tóricas o empaquetaduras. Un conector de orificio 44 se comunicará con cada pasaje de hidrógeno 42 y los pasajes de agua 43 que está formado a través del cuerpo de receptor 41. Se entenderá que las líneas de agua y de hidrógeno externas (véase el diagrama esquemático en la figura 10) se conectarán (directa o indirectamente, dependiendo de la realización) con el pasaje de hidrógeno 42 y los pasajes de agua 43 y proporcionarán de este modo una comunicación de fluidos a través de la placa de receptor 40 hasta el orificio de hidrógeno 20 y los orificios de agua 21 del cartucho 10. La figura 8 ilustra cómo una realización de la placa de receptor 40 incluirá unos pasajes de agua internos 46 y varias entradas y salidas 54 para los pasajes 46. La figura 9 ilustra cómo los agujeros en los pasajes de agua 46 se comunicarán con unas válvulas de control electrónico 77 y unos adaptadores de tubo flexible 53. En la realización que se muestra, los adaptadores de tubo flexible 53 son unos adaptadores de lengüeta de tubo flexible de 90 grados, 0,3 cm (1/8 de pulgada) de D. I., suministrados por Clippard Instruments Laboratory, Inc. de Cincinnati, OH y las válvulas de control 77 son unas válvulas X disponibles de Parker Hannifan Corporation, ubicada en Cleveland HO.

En una realización, una pluralidad de tubos flexibles (que no se muestran) conectará la pluralidad de pasajes de agua 46 (a través de los adaptadores de tubo flexible 53) en la placa de receptor 40 con los pasajes de agua 43, equipados de forma similar con los adaptadores de tubo flexible. En otras realizaciones, los pasajes 46 pueden conectarse directamente con los pasajes 43 a través del volumen interno de la placa de receptor 40, si bien la formación de unos pasajes internos largos en el interior de la placa de receptor 40 añade una complejidad de fabricación sustancial. La disposición de las rutas de fluido y las válvulas de control en el bloque de receptor de las figuras 8 y 9 se describe de forma esquemática en la figura 12. Una bomba de fluido 78 dirigirá el fluido hacia una serie de tres válvulas de control 77a, 77b, y 77c a través del tubo flexible 50. Las válvulas de control 77 tendrán dos orientaciones, una posición desactivada o normalmente abierta (NA) y una posición activada o normalmente cerrada (NC). Puede observarse que las válvulas de control 77a, 77b, y 77c están conectadas en serie mediante la ruta de fluido 58 (que sería la combinación de unos tubos flexibles y largos si se incorporara en la placa de receptor 40 de las figuras 8 y 9). Las válvulas de control 77a y 77b dirigirán el fluido hacia la ruta 58 en la posición NA y hacia sus tubos de inyección de fluido 30 respectivos cuando se excita hasta la posición NC mediante la circuitería de control asociada. La válvula de control 77c está conectada de forma algo diferente debido a que, en la posición NA, el fluido

se dirige hacia el tubo de inyección 30d y, en la posición NC, el fluido se dirige hacia el tubo de inyección 30c. El funcionamiento de las válvulas de control 77a a 77c al dirigir de forma selectiva el fluido hacia los diferentes tubos de inyección será fácilmente evidente. Para dirigir el fluido hacia el tubo de inyección 30d, todas las válvulas 77a a 77c se dejan en la posición NA; para el tubo de inyección 30c, la válvula 77c se desplaza hasta la posición NC; para el tubo de inyección 30b, la válvula 77a se encontrará en la posición NA y la válvula 77b en la posición NC; y para el tubo de inyección 30a, la válvula 77a se encontrará en la posición NC. De esta forma, la trayectoria de flujo de fluido pasará a través de las válvulas de control 77 y permitirá que estas válvulas controlen el fluido que se suministra a los tubos de inyección 30.

La placa de receptor 40 que se observa en la figura 8 se conectará con el tapón de extremo 15 (véase la figura 3A) por medio de un conjunto de soporte, un ejemplo del cual es un perno u otro miembro roscado que pasa a través de la abertura 48 en la placa de receptor 40 y que se engancha con la superficie roscada interior de la abertura central 23 sobre el tapón de extremo 15 con el fin de tirar con firmeza del tapón de extremo 15 contra la placa de receptor 40 y de formar sellos entre los orificios de hidrógeno/ agua 20/21 y los conectores de orificio 44. La figura 9 muestra el conjunto de receptor 28 completo que incluye la placa de soporte 56 y unas varillas de conexión 51 que se enganchan con unas aberturas de varilla 50 en la placa de receptor 40. En la realización que se muestra, una abertura de varilla 50 será alargada y las otras redondas para ayudar a orientar las varillas 51 para su inserción en la placa de receptor 40. El cartucho 10 se desliza a través del agujero en la placa de soporte 56 y entre las varillas de conexión 51 y se sella contra la placa de receptor 40, tal como se describe previamente con el extremo roscado de la protuberancia 52 que se extiende a través de la abertura 48. Un brazo de montaje 57 se extenderá a partir de la placa de soporte 56 y descansará contra el cartucho 10. Un sensor de temperatura de cartucho que se describe en el presente documento se acoplará con el brazo de montaje 57. En la realización de la figura 9, las válvulas electrónicas 77 se muestran conectadas a la placa de receptor 40. La ranura 47 en la placa de receptor 40 que se muestra en la figura 8 sujeta con firmeza el conmutador de detección de cartucho 82 tal como se muestra en la figura 9. En una realización, el conmutador de detección de cartucho 82 es un microconmutador de la serie ZM con palanca fabricado por Honeywell International, Inc. de Morristown, NJ y detectará cuándo el cartucho 10 se encuentra en contacto directo, o casi, con el conmutador de detección 82.

En una realización de la presente invención, el reactivo de hidruro químico que se utiliza en el cartucho de combustible puede ser una forma seca en polvo de borohidruro de sodio (NaBH_4) mezclado con un agente de activación. El NaBH_4 es adecuado, en particular, para su uso en la bolsa 31 que se observa en la figura 5 y en una realización; el NaBH_4 tendrá un tamaño de grano que varía de aproximadamente 10 de malla a aproximadamente 1.000 de malla. Se prefiere que el agente de activación sea un sólido en polvo cuando se mezcla con NaBH_4 , debido a que los sólidos tienden a reaccionar uno con otro con mucha lentitud. No obstante, en realizaciones alternativas, el agente de activación podría mezclarse también en un disolvente orgánico/ de aceite. Además, el agente de activación es, en ciertas realizaciones, preferiblemente soluble en agua para aumentar su efectividad, debido a que cuanto más grande sea su solubilidad, más grande será su potencial para activar la reacción de agua/ NaBH_4 .

Un material de activación efectivo es el cloruro de magnesio (MgCl_2), debido a que éste es de un peso relativamente ligero, de bajo coste y fuertemente activante. Otros agentes de activación potenciales son otras sales del grupo IIA (metales alcalinotérreos) o del grupo VIIB (haluros), tal como BeF_2 , BeCl_2 , BeBr_2 , BeI_2 , MgF_2 , MgBr_2 , MgI_2 , CaF_2 , CaCl_2 , CaBr_2 , y CaI_2 . Los fluoruros y cloruros se prefieren debido a que éstos tienen un peso molecular más bajo. No obstante, algunas de estas sales pueden ser menos preferidas dependiendo de su grado de solubilidad en el agua o de si estas se consideran tóxicas (por ejemplo, compuestos de berilio).

Los agentes de activación pueden incluir también otras sales solubles en agua, tales como las sales del grupo IA (metales alcalinos) incluyendo LiF , LiCl , LiBr , LiI , NaF , NaCl , NaBr , NaI , KF , KCl , KBr , y KI . Los hidróxidos del grupo IA y del grupo IIA pueden ser menos preferidos, debido a que éstos hacen unas disoluciones básicas en agua y, por lo tanto, reducen la velocidad de reacción. Los óxidos del grupo IA y del grupo IIA pueden ser también menos preferidos debido a que éstos tienden a ser más estables y, por lo tanto, no tan reactivos. No obstante, los sulfuros y seleniuros del grupo IA y el grupo IIA, tal como Li_2S , Li_2Se , pueden ser mejores agentes de activación si éstos son lo bastante solubles en agua. En una realización preferida, los agentes de activación serán del grupo de MgCl_2 , BeCl_2 , CuCl_2 , LiCl , NaCl o KCl . No obstante, podría emplearse posiblemente cualquiera de los agentes de activación anteriores (o otros que no se enumeran), dados el diseño y las condiciones de uso adecuados. En ciertas realizaciones, el agente de activación tendrá un tamaño de grano que varía de aproximadamente 10 de malla a aproximadamente 1.000 de malla.

En una realización preferida, la cantidad del agente de activación mezclado con el hidruro químico será de aproximadamente un 25 a aproximadamente un 65 por ciento en peso y, más preferiblemente, de aproximadamente un 50 a aproximadamente un 60 por ciento en peso. En una realización, la cantidad del agente de activación es de un 55 por ciento en peso. En la realización en la que el reactivo sólido es un 55 por ciento en peso de MgCl_2 , se requerirán aproximadamente 0,8 g de agua para hacer que reaccione por completo cada g del reactivo sólido. Una consideración en cuanto a la optimización de la cantidad del agente de activación es la determinación de la cantidad mínima del material que proporciona la velocidad de generación de hidrógeno deseada y da como resultado la completa reacción/ utilización del NaBH_4 . Para una mezcla de MgCl_2 / NaBH_4 al 55 % en peso, la densidad de energía es de 3.116 Whr/kg. Con fines de comparación, la densidad de energía de una mezcla de NaBH_4 / H_2O al 20

% en peso (es decir, NaBH_4 disuelto en agua) es de 1.066 Whr/kg, mientras que la densidad de energía para el NaBH_4 puro es de 7.101 Whr/kg.

5 Parte también de la presente divulgación son unos agentes de activación alternativos, tales como un ácido en polvo o anhidro tal como el ácido bórico (H_3BO_3), el ácido oxálico, el ácido tartárico, etc. Tales ácidos anhidros pueden mezclarse con el NaBH_4 sin reacción, pero cuando se añade agua, el ácido anhidro se disuelve y, por lo tanto, da lugar a una reacción. Los ácidos anhidros débiles o relativamente insolubles, tal como el ácido bórico cuando se mezcla con NaBH_4 , producen hidrógeno en presencia de agua a una velocidad relativamente baja y, por lo tanto, son menos preferidos. Los ácidos fuertes, tal como el ácido oxálico, son muy solubles en agua y generan una cantidad sustancial de hidrógeno cuando se mezclan con NaBH_4 . No obstante, esta mezcla es difícil de controlar y es también menos preferida. No obstante, los ácidos de fuerza intermedia, tal como el ácido tartárico o el ácido benzoico, son más favorables. En una realización preferida, la fuerza (Ka) del ácido seco variará de aproximadamente 1×10^{-4} a aproximadamente 1×10^{-11} . En ciertas realizaciones, el ácido en polvo tendrá un tamaño de grano que varía de aproximadamente 10 de malla a aproximadamente 1.000 de malla. En una realización preferida, la cantidad de ácido tartárico mezclada con NaBH_4 será de aproximadamente un 5 a aproximadamente un 50 por ciento en peso y, más preferiblemente, de aproximadamente un 8 a aproximadamente un 12 por ciento en peso. En la presente realización, se requerirán aproximadamente 0,8 g de agua para hacer que reaccione por completo cada g del reactivo sólido.

20 Parte también de la presente divulgación como una alternativa adicional, puede mezclarse un catalizador económico, insoluble en agua con el NaBH_4 . El catalizador puede actuar para acelerar la reacción de agua/ NaBH_4 a medida que se inyecta el agua. Tal catalizador de metal podría incluir Co, Ni, Cu, Pt, Pd, Fe, Ru, Mn y Cr. Típicamente, el catalizador de metal se encontrará en una forma en polvo (por ejemplo, en partículas de menos de 25 μm) y se añadirá al hidruro químico en una cantidad de aproximadamente un 25 por ciento en peso a aproximadamente un 65 por ciento en peso. En la presente realización, se requerirán aproximadamente 0,8 g de agua para hacer que reaccione por completo cada gramo del reactivo sólido.

30 Parte también de la divulgación como una alternativa adicional más para mezclar un agente de activación anhidro con el NaBH_4 puede ser mezclar el agente de activación soluble en agua con el agua antes de que éste se inyecte en el cartucho que contiene un lecho de NaBH_4 anhidro u otro hidruro de metal. Esto tiene la ventaja de que puede usarse una sustancia acuosa tal como ácido clorhídrico (HCl). En la presente realización, el material de activación se contiene en un recipiente o depósito separado 60, tal como se observa en la figura 2. Este recipiente puede acoplarse al alojamiento de cartucho 11, si bien podría desmontarse en otras realizaciones. La figura 2 ilustra el depósito 60 conectado al alojamiento 11 por medio de una tira 61. En una realización, la tira 61 se formará de aluminio, acero inoxidable o un material de polímero compuesto con el fin de sujetar el depósito 60 en una orientación rígida con el alojamiento 11. El contenido líquido del depósito 60 se retirará a través del orificio de depósito 64 y se dirigirá al interior de los tubos de inyección de líquido 30 a través de unos pasajes de líquido 43 en la placa de receptor 40. A pesar de que no se muestra realmente en los dibujos, puede imaginarse cómo puede modificarse una realización de la placa de receptor 40, de tal modo que esta tuviera un orificio que se acopla con el orificio de depósito 64 y el contenido del depósito 60 se dirigiera hacia la placa de receptor 40 de la misma forma que el agua que se describe anteriormente. En una realización que se observa en las figuras 4A y 4B, el depósito 60 incluye un émbolo 62 colocado en el interior del mismo. El émbolo 62 se moverá hacia el orificio 64 a medida que el fluido se retira del depósito 60. Un orificio de ventilación 63 evita que se forme el vacío por detrás del émbolo 62 y que resista su movimiento hacia el orificio 64. El émbolo se desplaza hacia delante al aplicar la bomba 78 (véase la figura 13) una succión al orificio 64.

45 Volviendo al ácido de ejemplo que se enumera anteriormente, podría mezclarse ácido HCl concentrado (38 % en peso) en el agua para proporcionar una concentración de un 28 % en peso. Cuando esta disolución se inyecta de forma controlada en el NaBH_4 , ésta reacciona fácilmente para generar hidrógeno. A esta concentración de ácido (28 % en peso), se requerirán aproximadamente 0,4 g de disolución ácida para hacer que reaccione por completo cada g de NaBH_4 . Es posible controlar la velocidad de reacción controlando la concentración de ácido en el agua además de la velocidad de inyección de disolución ácida. Es posible también mezclar sales solubles en agua, tales como MgCl_2 en el agua y, a continuación, inyectar la mezcla en el lecho de NaBH_4 . Tampoco el líquido que contiene ácido se limita necesariamente a disoluciones acuosas. En una realización preferida, la disolución acuosa inyectada en el lecho de NaBH_4 tendrá un pH que varía de aproximadamente 1 a aproximadamente 6 y, más preferiblemente, un pH de aproximadamente 2. Además del HCl, otros ácidos adecuados podrían incluir (si bien no son limitan a) ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido acético, ácido fluorhídrico, ácido bromhídrico, ácido carbónico, etc. o mezclas de los mismos.

60 A pesar de que anteriormente se analiza principalmente el NaBH_4 , unos hidruros químicos alternativos pueden incluir (si bien no son limitan a) borohidruro de litio, hidruro de aluminio y litio, hidruro de litio, hidruro de sodio e hidruro de calcio. En ciertas realizaciones, no es necesario combinar estos últimos hidruros químicos con un agente de activación en polvo tal como se describe anteriormente y pueden activarse sólo con agua. En una realización preferida, estos últimos hidruros químicos se utilizarán en un cartucho tal como se observa en la figura 7.

65 Unos cartuchos de combustible tales como los que se describen anteriormente se emplearán típicamente en un sistema de generación de hidrógeno. Una realización de un sistema de generación de hidrógeno de este tipo se

muestra de forma esquemática en la figura 10. El presente sistema de generación de hidrógeno 1 comprenderá en general un cartucho de combustible 10 conectado a la placa de receptor 40 con una línea de reactivo líquido (por ejemplo, agua) 79 que suministra agua al cartucho de combustible 10. Una bomba de agua 78 controlada por el sistema de control 75 proporcionará una cantidad de agua dosificada con cuidado al cartucho de combustible 10. En una realización preferida, el sistema de control 75 consiste en un microprocesador y la circuitería de control relacionada, tal como un microcontrolador PIC 16F877A. El sistema de control 75 accionará también los ventiladores de enfriamiento 81, las válvulas de conmutación 77 y la válvula de transferencia 84. Además, el sistema de control 75 recibirá datos acerca de los parámetros del sistema a partir del sensor de temperatura 80, el sensor de cartucho 82 y el sensor de presión de hidrógeno 89. En una realización, el sensor de temperatura 80 se monta contra la capa externa del alojamiento de aluminio 11. Para evitar que el hidrógeno escape del sistema cuando se retira el cartucho, se incorpora una válvula de retención 87 en la línea de hidrógeno entre la placa de receptor y la trampa de hidrógeno 83.

El gas hidrógeno que sale del cartucho 10 fluirá a través de una válvula de retención 87 y una trampa de agua/ filtro de hidrógeno 83 antes de que se dirija hacia una célula de combustible o a otro dispositivo al cual va a suministrarse el hidrógeno. La trampa de agua/ filtro 83 sirve para el doble propósito de filtrar el material particulado fuera del hidrógeno y también de eliminar la humedad en exceso con respecto al gas hidrógeno. Un condensador/ depósito de agua 85 recogerá el agua a partir de cualquier aire húmedo devuelto a partir de la célula de combustible o de otro dispositivo de consumo de hidrógeno y también almacenará el agua que se recoge a partir de la trampa de agua 83 y se transfiere a través de la válvula de transferencia 84.

Durante el funcionamiento, el sistema de control 75 determinará el volumen de agua a bombear al interior del cartucho de combustible 10 en base a unos parámetros de supervisión tales como la temperatura del hidruro químico (tal como se indica mediante el sensor de temperatura 80) y la presión de hidrógeno en el interior del sistema, tal como se mide mediante el sensor de presión 89. A medida que la presión de hidrógeno cae por debajo de un nivel predeterminado en el sistema 1, la bomba de agua 78 se activará para suministrar agua al cartucho de combustible 10, dando lugar de este modo a que el hidruro químico en el cartucho 10 libere gas hidrógeno adicional. En una realización preferida, las válvulas de conmutación 77 se controlarán de forma individual por el sistema de control 75, tal como se describe anteriormente. Esto permite que la bomba 78 suministre agua a través de sólo un tubo de inyección de agua 30 en un instante y que suministre agua de forma secuencial a cada tubo de inyección 30. Este procedimiento secuencial de suministro de agua puede proporcionar, en algunos casos, una distribución más uniforme de agua que si todos los tubos de inyección de agua se recogieran mediante un colector de distribución de forma conjunta sin un control individual del flujo de agua a cada tubo de inyección 30. De forma similar, el sensor de temperatura 80 que supervisa la temperatura del hidruro químico permitirá que el sistema de control 75 efectúe decisiones en cuanto a si deberían encenderse los ventiladores 81 para enfriar el cartucho 10 o si el agua debería limitarse para ralentizar la velocidad de reacción del hidruro químico. El sistema de generación de hidrógeno 1 puede incluir también el sensor de cartucho 82 que indicará al sistema de control 75 lo que concierna a si un cartucho de combustible 10 se encuentra instalado en el momento presente en el sistema y dotará también al sistema de control 75 de información con respecto a cuándo se ha retirado un cartucho gastado y se ha instalado un cartucho nuevo completamente cargado.

A medida que el gas hidrógeno fluye a través de la trampa de agua/ filtro 83, la humedad en exceso en el gas hidrógeno se eliminará y, cuando se ha acumulado una cantidad suficiente de agua, se transferirá a través de la válvula de transferencia 84 hasta el condensador/ depósito de agua 85. El gas hidrógeno que sale de la trampa de agua/ filtro 83 se dirigirá a través de la línea 90 hasta el dispositivo de consumo de hidrógeno particular, el cual se considerará en la presente descripción, con fines de ilustración, una célula de combustible. Típicamente, un regulador 88 se colocará en la línea 90 para garantizar que se suministra hidrógeno a la célula de combustible a una presión constante. Si el dispositivo de consumo de hidrógeno produce vapor de agua como un producto secundario (al igual que hacen las células de combustible), el aire húmedo se dirigirá a través de la línea 86 de vuelta al condensador 85 y el agua se recuperará a partir del aire. De forma similar, el vapor de agua en el hidrógeno que pasa a través de la línea de purga 91 (otra característica peculiar de las células de combustible) se recuperará en el condensador 85.

Cuando se emplea una realización que tiene el depósito de ácido 60, una porción del diagrama esquemático que se observa en la figura 10 puede modificarse tal como se sugiere en la figura 13. En la presente realización, una válvula de dosificación 95 se colocará entre la bomba 78 y el depósito de ácido 60, mientras que una válvula de dosificación 94 está colocada entre la bomba 78 y el depósito de agua 85. En una realización, las válvulas de dosificación 94 y 95 pueden ser unas válvulas de tipo de aguja ajustables de acero inoxidable, tales como las que proporciona Swagelock Company de Solon, OH. El uso de estos tipos de válvulas, la cantidad de ácido y de agua que se extraen tras cada activación de la bomba 78 se establecen previamente.

En otra realización de la presente invención, las válvulas de conmutación de inyección 77 que se observan en la figura 10 pueden sustituirse con un colector de distribución 95 (que se ilustra en la alternativa con unas líneas a trazos en la figura 13). En el presente caso, el fluido a partir de la bomba de inyección 78 se divide por igual entre los múltiples tubos de inyección 30 que están conectados en paralelo. Los tubos de inyección paralelos son preferiblemente muy uniformes, con unas tolerancias estrechas, de tal modo que la caída de presión a lo largo de la

longitud de cada tubo de inyección es la misma.

- La figura 11 es un diagrama de estados 100 que ilustra la lógica de controlador que podría utilizarse en una realización de la presente invención. Comenzando en un estado de reposo (el bloque 101), el sistema de control 75 supervisa la temperatura del cartucho, el estatus de entrada/salida de cartucho, el estatus de demanda de hidrógeno (por ejemplo, si la célula de combustible requiere actualmente hidrógeno), y el estatus de bomba/ válvulas. Suponiendo el uso de un indicador de LED bicolor (por ejemplo, rojo/ verde), el estado de reposo podría indicarse cuando toda la iluminación LED está apagada. Cuando se indica al sistema de control 75 que se requiere hidrógeno, el sistema entrará en el estado 1 (el bloque 102). El sistema de control 75 indicará a la bomba 78 que inyecte una cantidad predeterminada o "impulso" de agua (por ejemplo, un ciclo de la bomba 78) hacia las válvulas de conmutación 78. El sistema de control 75 determinará qué tubo de inyección 30 recibió el último impulso de agua y, a continuación, abrirá o cerrará las válvulas 77 apropiadas para garantizar que el impulso de agua actual se dirige hacia el tubo de inyección 30 deseado. Tal como se hace alusión anteriormente, los impulsos de agua se dirigirán típicamente de forma secuencial hacia los varios tubos de inyección 30 para distribuir de forma regular el agua a través de la totalidad del lecho de hidruro. Adicionalmente, el sistema de control 75 supervisará el número total de impulsos (es decir, el volumen total de agua) inyectados en el cartucho 10. Debido a que el cartucho tiene una cantidad conocida de hidruro químico, puede calcularse el volumen de agua necesario para hacer que reaccione por completo con ese peso del hidruro químico. Realizando un seguimiento del volumen de agua inyectado en el cartucho 10, el sistema de control 75 puede estimar con precisión cuándo se ha hecho que reaccione con agua la totalidad del hidruro químico en el cartucho 10 y, por lo tanto, cuándo debería considerarse que el cartucho 10 se ha agotado o se ha gastado. Una respuesta de LED (por ejemplo, un parpadeo de rojo/ verde) puede indicar entonces cuándo la cantidad de material de hidruro sin reaccionar en el cartucho 10 se está volviendo baja y debería sustituirse el cartucho 10 actual.
- El estado 2 (el bloque 103) supervisará la presión aumentada de hidrógeno debido a la inyección de un impulso de agua. Si la presión de hidrógeno actual es menos de la presión de hidrógeno deseada (o parece que la presión de hidrógeno está cayendo), el sistema de control volverá al estado 1 e indicará que la bomba 78 va a inyectar otro impulso de agua. Si la temperatura de cartucho supera un valor predeterminado, el sistema activará los ventiladores 81. Si la temperatura continúa aumentando por encima de un valor predeterminado más alto, a continuación el sistema entrará en el estado 3 (que se indica mediante un LED rojo), lo que detendrá la inyección de agua adicional hasta que la temperatura de cartucho vuelva al intervalo de funcionamiento especificado. El estado 7 (el bloque 104) supervisará cuándo debería transferirse agua desde la trampa/ filtro 83 hasta el depósito 85 y activará en consecuencia la válvula de transferencia 84.
- Cuando el volumen total de agua inyectado en el cartucho 10 es suficiente para hacer que reaccione aproximadamente el peso total del hidruro químico en el cartucho 10, se entrará en el estado 6 (el bloque 106), indicando con un LED rojo parpadeante que el cartucho 10 está agotado y que es necesario sustituirlo. Mientras que se retira el cartucho gastado, el estado 4 (el bloque 108) indicará con un LED rojo que no se encuentra presente cartucho alguno en el sistema. Una vez que se inserta un nuevo cartucho 10 en el sistema, el estado 5 (el bloque 107) reinicia el contador de vida del cartucho, de tal modo que el estado 1 puede comenzar de nuevo a contar los impulsos de agua inyectados en el nuevo cartucho 10 con el fin de supervisar la vida restante del nuevo cartucho una vez que el sistema reanuda la generación de hidrógeno. Naturalmente, el diagrama de estados de la figura 10 es simplemente una versión del funcionamiento del sistema de control 75 y pueden emplearse muchas secuencias alternativas de funcionamiento en otras realizaciones de la invención.
- A pesar de que la presente invención se ha descrito en términos de unas realizaciones específicas seleccionadas, los expertos en la técnica reconocerán muchas modificaciones y variaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de generación de hidrógeno (1) que comprende:
- 5 a. por lo menos un cartucho (10) que comprende por lo menos un orificio de entrada de líquido (21) y por lo menos un orificio de salida de gas (20) y que contiene un reactivo de hidruro sustancialmente anhidro mezclado con un agente de activación que comprende una sal de un metal alcalinotérreo o una sal de un metal alcalino;
 - 10 b. por lo menos un conducto de líquido (30) que se extiende al interior de dicho cartucho (10), teniendo dicho conducto de líquido (30) por lo menos una abertura de distribución de líquido (32) formada sobre la misma;
 - 15 c. un receptor de cartucho que se engancha de forma desmontable con dicho cartucho (10), comprendiendo dicho receptor de cartucho unos pasajes (42 y 43) que se corresponden con dicho orificio de salida de gas (20) y dicho orificio de entrada de líquido (21) sobre dicho cartucho (10); y
 - 20 d. un sistema de control de inyección de reactivo líquido (75) conectado de forma operativa a dicho receptor de cartucho, leyendo dicho sistema de control (75) por lo menos un parámetro de reacción y ajustando una cantidad de reactivo líquido inyectada a partir de dicha abertura de distribución (32) en base a dicho por lo menos un parámetro de reacción.
2. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una pluralidad de aberturas de distribución (32) formadas a lo largo de dicho conducto de líquido, teniendo dichas aberturas de distribución de líquido un diámetro de entre aproximadamente 50 y aproximadamente 1.000 micrómetros.
3. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho reactivo de hidruro forma un lecho y dicho conducto de líquido se extiende a lo largo de por lo menos la mitad de la longitud de dicho lecho.
4. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho parámetro de reacción comprende una presión de hidrógeno en el interior de dicho cartucho.
5. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho reactivo líquido es un reactivo acuoso.
6. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada uno de dichos conductos de líquido tiene una válvula de control separada (77).
7. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho parámetro de reacción comprende una temperatura de dicho cartucho (10) y dicho sistema de control (75) activa un sistema de enfriamiento en base a dicha temperatura.
8. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho sistema de enfriamiento comprende por lo menos un ventilador (81) que genera un flujo de aire a lo largo de dicho cartucho (10).
9. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho hidruro está encerrado en una bolsa de material textil (31) que tiene un área sustancialmente más grande que su espesor.
10. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha bolsa de material textil (31) se enrolla en el interior de dicho cartucho (10) y dicho conducto de reactivo líquido se extiende entre los pliegues de dicha bolsa de material textil.
11. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha bolsa de material textil (31) comprende por lo menos uno que se elige de Pellon 30 tejido, lámina de Nylon o papel poroso.
12. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho material textil mantiene la integridad estructural a unas temperaturas que varían de aproximadamente -20 °C a aproximadamente 200 °C, un pH que varía de aproximadamente 4 a aproximadamente 14, y muestra por lo menos algo de potencial de efecto de mecha.
13. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho reactivo de hidruro es hidruro de aluminio y litio y la cantidad de reactivo líquido que sale de una abertura de distribución no supera aproximadamente 50 ul por ciclo de inyección y la temperatura de cartucho no supera 80 °C.
14. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un reactivo acuoso que tiene un pH de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 6.

15. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho reactivo líquido es una disolución ácida acuosa.
- 5 16. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye además un depósito de ácido (60) y un depósito de agua (85), en el que el ácido y el agua se mezclan antes de la inyección a partir de dichas aberturas de distribución (32).
- 10 17. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho receptor de cartucho es una placa de receptor (40) que tiene unos orificios de entrada de hidrógeno y de líquido (44) que se acoplan con dichos orificios de dicho cartucho.
- 15 18. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 16, en el que un dispositivo de sellado está colocado entre dichos orificios de dicho cartucho y dicha placa de receptor; y un conjunto de soporte junta dicho cartucho y dicha placa de receptor con fuerza suficiente para formar un sello efectivo.
- 20 19. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 17, en el que un conjunto de receptor comprende una placa de soporte (56) acoplada a dicha placa de receptor mediante por lo menos dos varillas de soporte (51).
- 25 20. El sistema de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 17, en el que dicha placa de receptor (40) incluye por lo menos un pasaje (46) que tiene una válvula de control (77) conectada a la misma y dicho pasaje (46) se comunica con dicho orificio de entrada de líquido (21).
- 30 21. El sistema de generación de hidrógeno de la reivindicación 1, en el que el reactivo de hidruro sustancialmente anhídrico es borohidruro de sodio.
- 35 22. Un cartucho de combustible (10) para un sistema de generación de hidrógeno, comprendiendo dicho cartucho:
- 40 a. un alojamiento (11) que comprende un tapón de extremo (15) y que contiene un reactivo de hidruro sustancialmente anhídrico mezclado con un agente de activación que comprende una sal de un metal alcalinotérreo o una sal de un metal alcalino;
- b. por lo menos un conducto de líquido (30) fijado a dicho tapón de extremo (15) y que se extiende al interior de dicho reactivo de hidruro sustancialmente anhídrico, teniendo dicho conducto de líquido (30) por lo menos una abertura de distribución de líquido (32) formada sobre la misma, de tal modo que el reactivo líquido puede pasar en forma líquida al interior de dicho reactivo de hidruro sustancialmente anhídrico;
- 45 c. en el que dicho tapón de extremo comprende un orificio de entrada de líquido (21) que se comunicará con dicho conducto de líquido (30) y un orificio de salida de gas (20), estando adaptados tanto dicho orificio de entrada de líquido (21) como dicho orificio de salida de gas (20) para sellarse con un receptor de cartucho.
- 50 23. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicho reactivo de hidruro comprende borohidruro de sodio y el agente de activación es anhídrico.
- 55 24. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 23, en el que dicho reactivo de hidruro comprende de aproximadamente un 20 por ciento en peso a aproximadamente un 60 por ciento en peso del agente de activación.
- 60 25. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 24, en el que dicho agente de activación es soluble en agua.
- 65 26. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicho agente de activación es por lo menos uno que se elige de BeF_2 , BeCl_2 , BeBr_2 , BeI_2 , MgF_2 , MgBr_2 , MgCl_2 , MgI_2 , CaF_2 , CaCl_2 , CaBr_2 , CaI_2 , LiF , LiCl , LiBr , LiI , NaF , NaCl , NaBr , NaI , KF , KCl , KBr , KI , Li_2S o Li_2Se .
27. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 24, en el que dicho agente de activación se elige de por lo menos uno de MgCl_2 , BeCl_2 , CuCl_2 , LiCl , NaCl o KCl .
28. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, en el que una pluralidad de conductos de líquido (30) se extienden al interior de dicho alojamiento (11).
29. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicho hidruro está encerrado en una bolsa de material textil (31) que tiene un área sustancialmente más grande que su espesor.
30. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 29, en el que dicha bolsa de material textil (31) se enrolla en el interior de dicho cartucho y dicho conducto de agua (30) se extiende entre los pliegues de dicha bolsa de material textil.

31. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 29, en el que dicha bolsa de material textil (31) comprende un material de Nylon tejido.
- 5 32. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicho hidruro comprende hidruro de aluminio y litio y dicho conducto de líquido está rodeado por un manguito de material textil.
- 10 33. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 28, en el que dicha pluralidad de conductos de líquido (30) están separados en sentido radial con respecto a un punto central del tapón de extremo (15) en una configuración no uniforme.
- 15 34. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 33, en el que dicha configuración no uniforme es un patrón en espiral.
- 20 35. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, en el que un depósito (60) que contiene un ácido líquido está acoplado a dicho cartucho (10).
- 25 36. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, que además comprende por lo menos un orificio que permite la liberación de gas con respecto a dicho cartucho.
- 30 37. El cartucho de combustible de acuerdo con la reivindicación 22, que además comprende una pluralidad de conductos de líquido (30) en la que por lo menos dos de dichos conductos son de unas longitudes diferentes.
- 35 38. El cartucho de combustible de la reivindicación 22, en el que dicho conducto de líquido comprende además una pluralidad de aberturas de distribución de líquido (32).
39. El cartucho de combustible de la reivindicación 22, que además comprende una pluralidad de conductos de líquido (30) en el que dicha abertura de distribución de líquido (32) sobre un conducto de líquido se encuentra en una ubicación diferente de la de dicha abertura de distribución de líquido sobre por lo menos otro conducto.
40. El cartucho de combustible de la reivindicación 39, en el que dicha abertura de distribución (32) está formada por un extremo abierto de dicho conducto.
41. El cartucho de combustible de la reivindicación 22, que comprende una pluralidad de aberturas de distribución (32) formadas a lo largo de dicho conducto de líquido (30), teniendo dichas aberturas de distribución de líquido (32) un diámetro de entre aproximadamente 50 y aproximadamente 1.000 micrómetros.

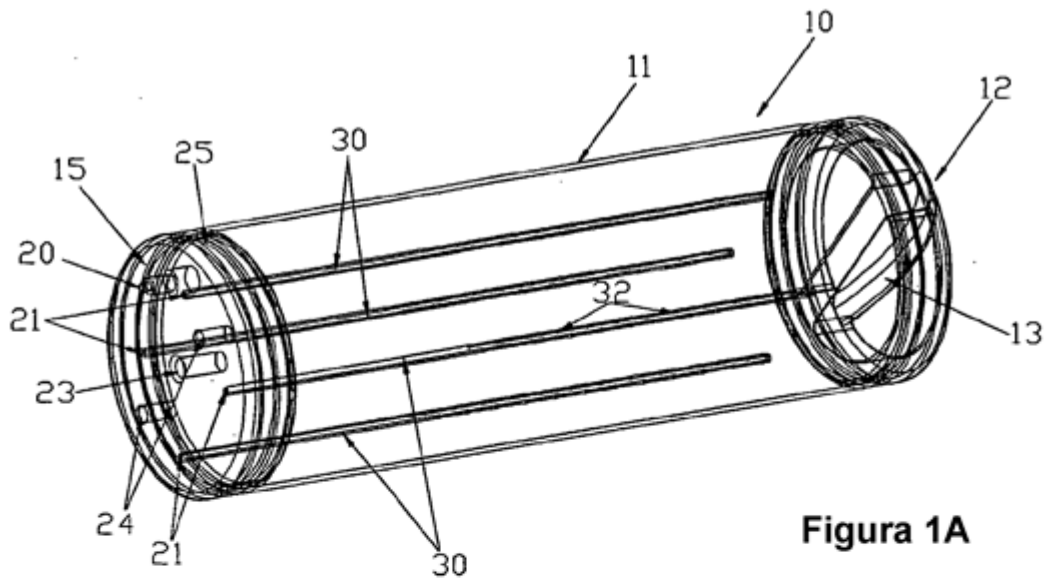


Figura 1A

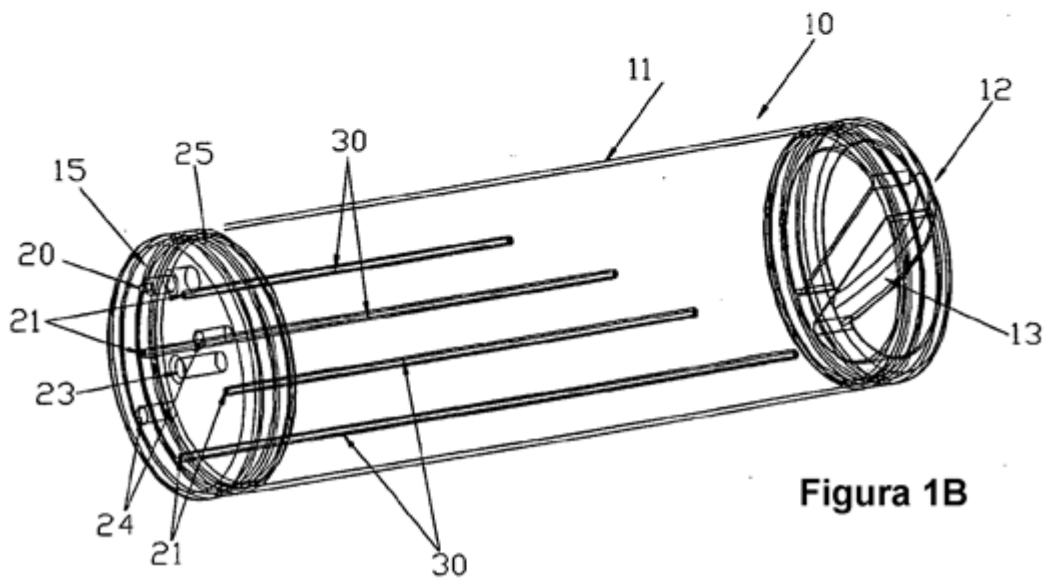


Figura 1B

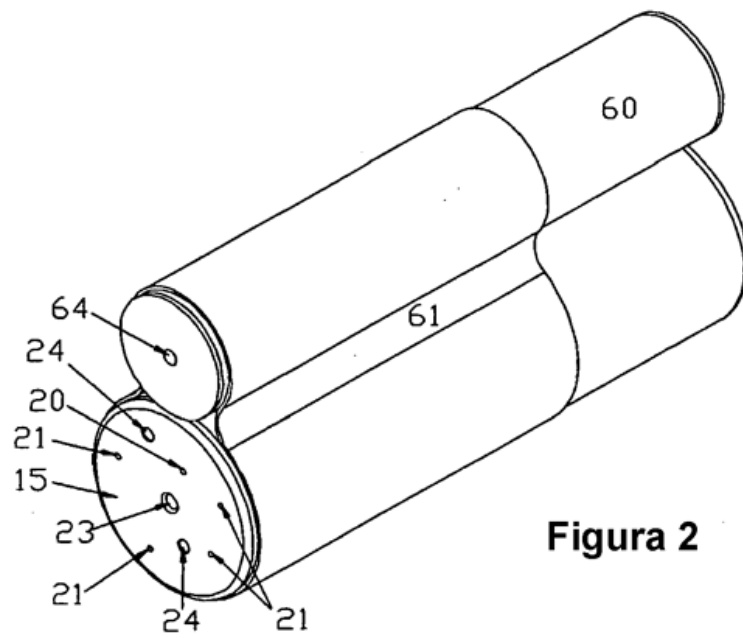


Figura 2

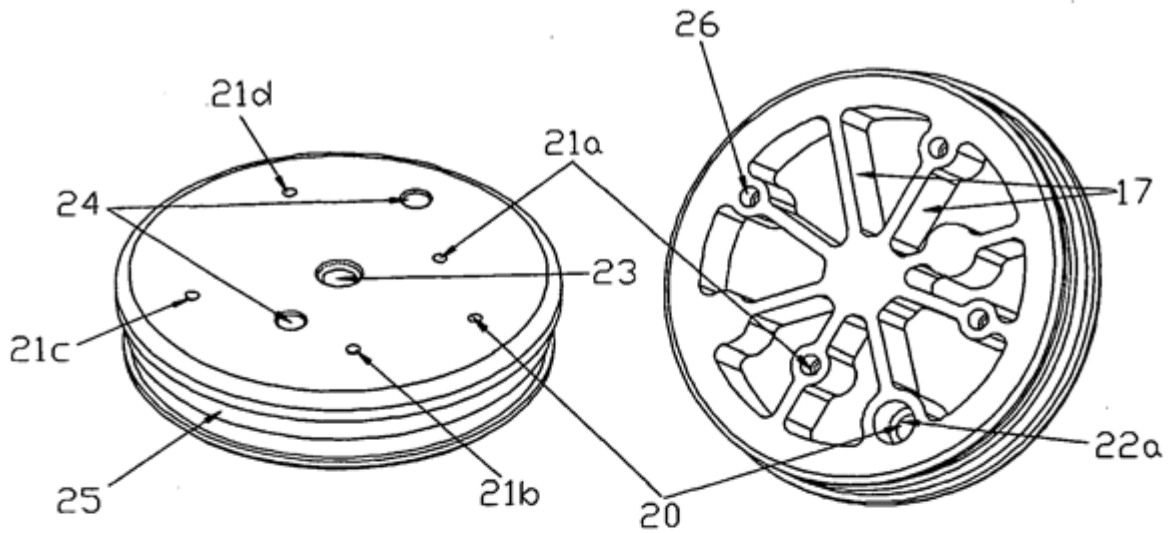


Figura 3A

Figura 3B

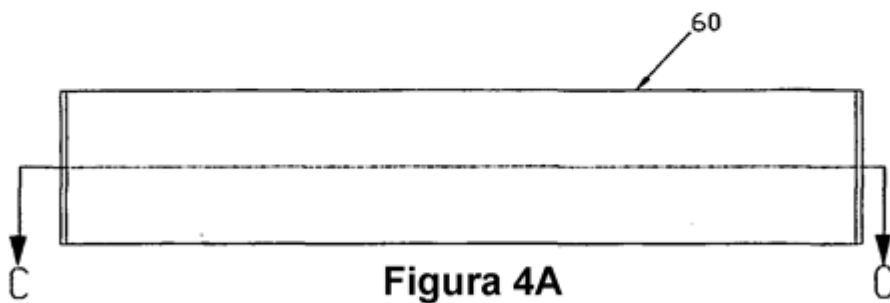


Figura 4A

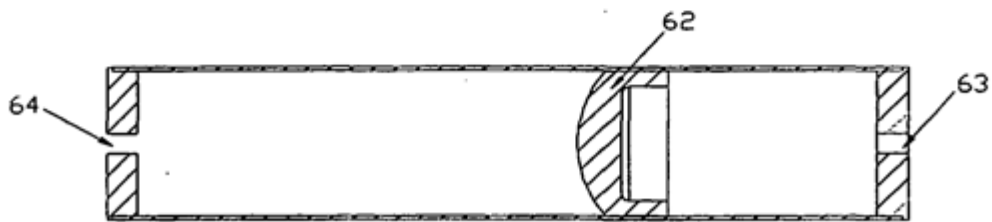


Figura 4B - Sección CC

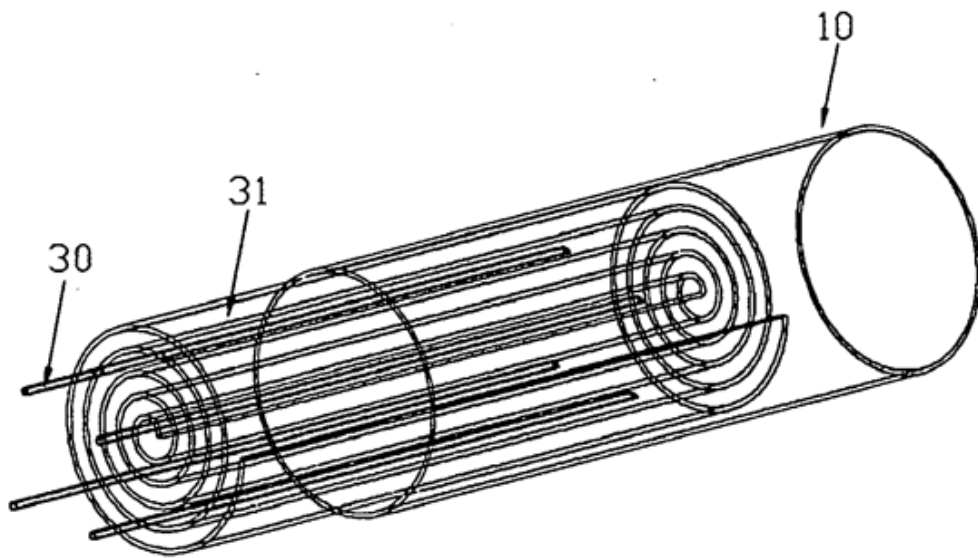


Figura 5

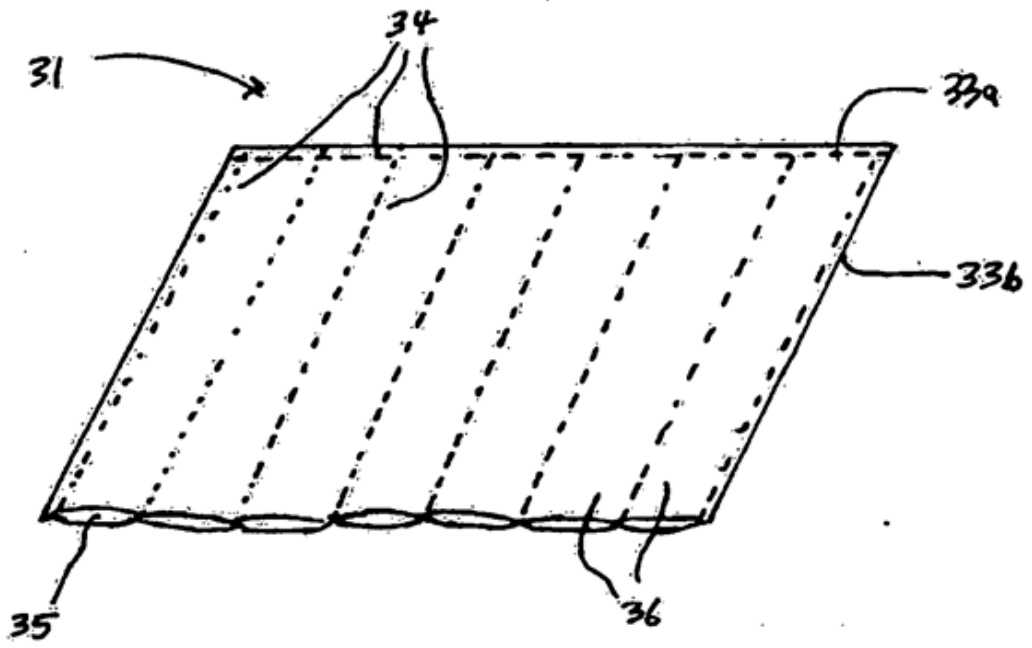


Figura 6

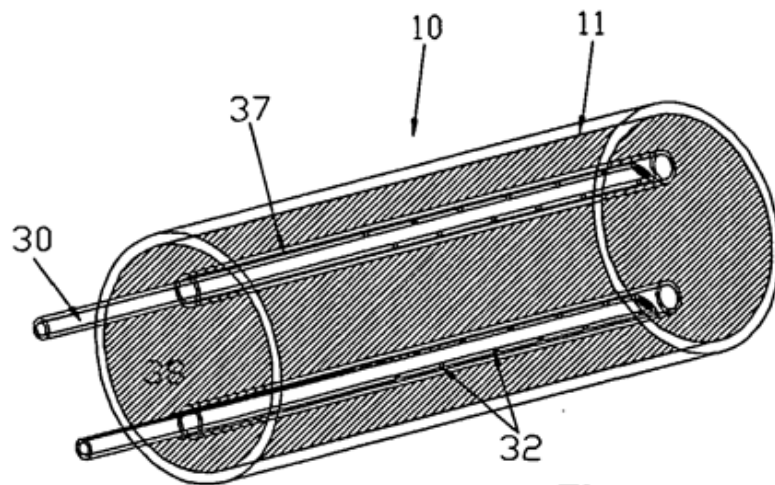


Figura 7

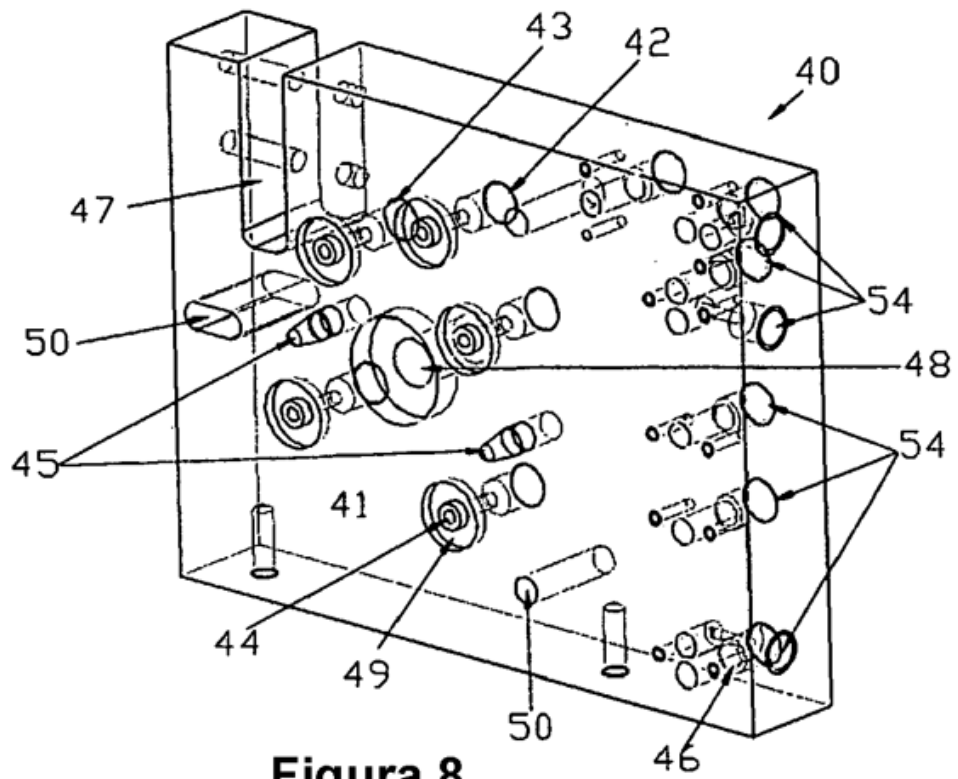


Figura 8

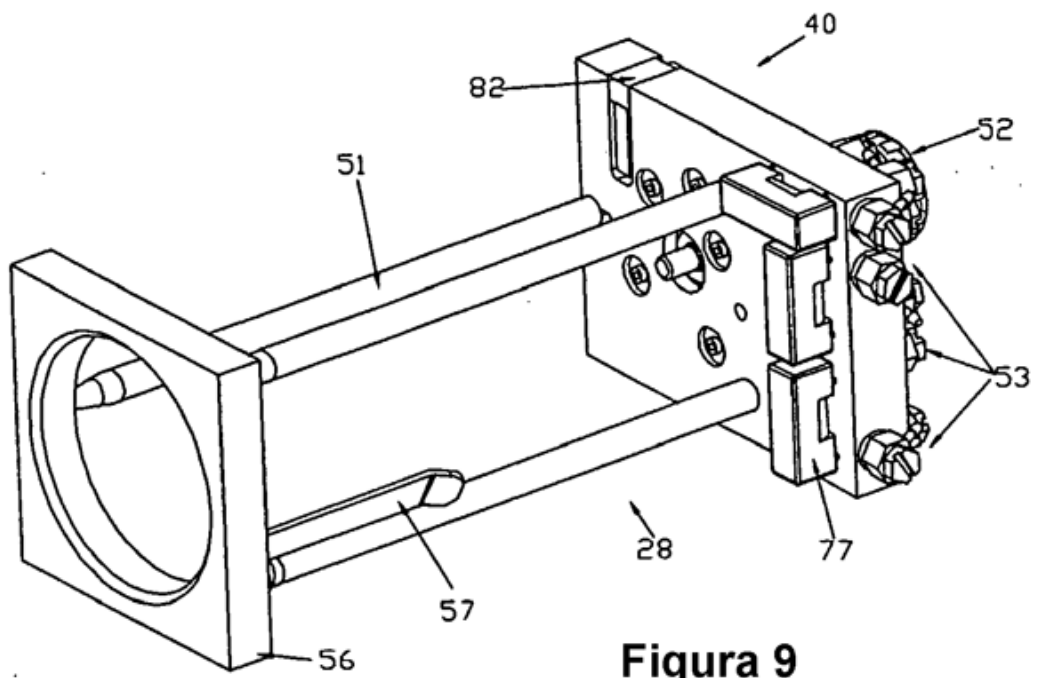


Figura 9

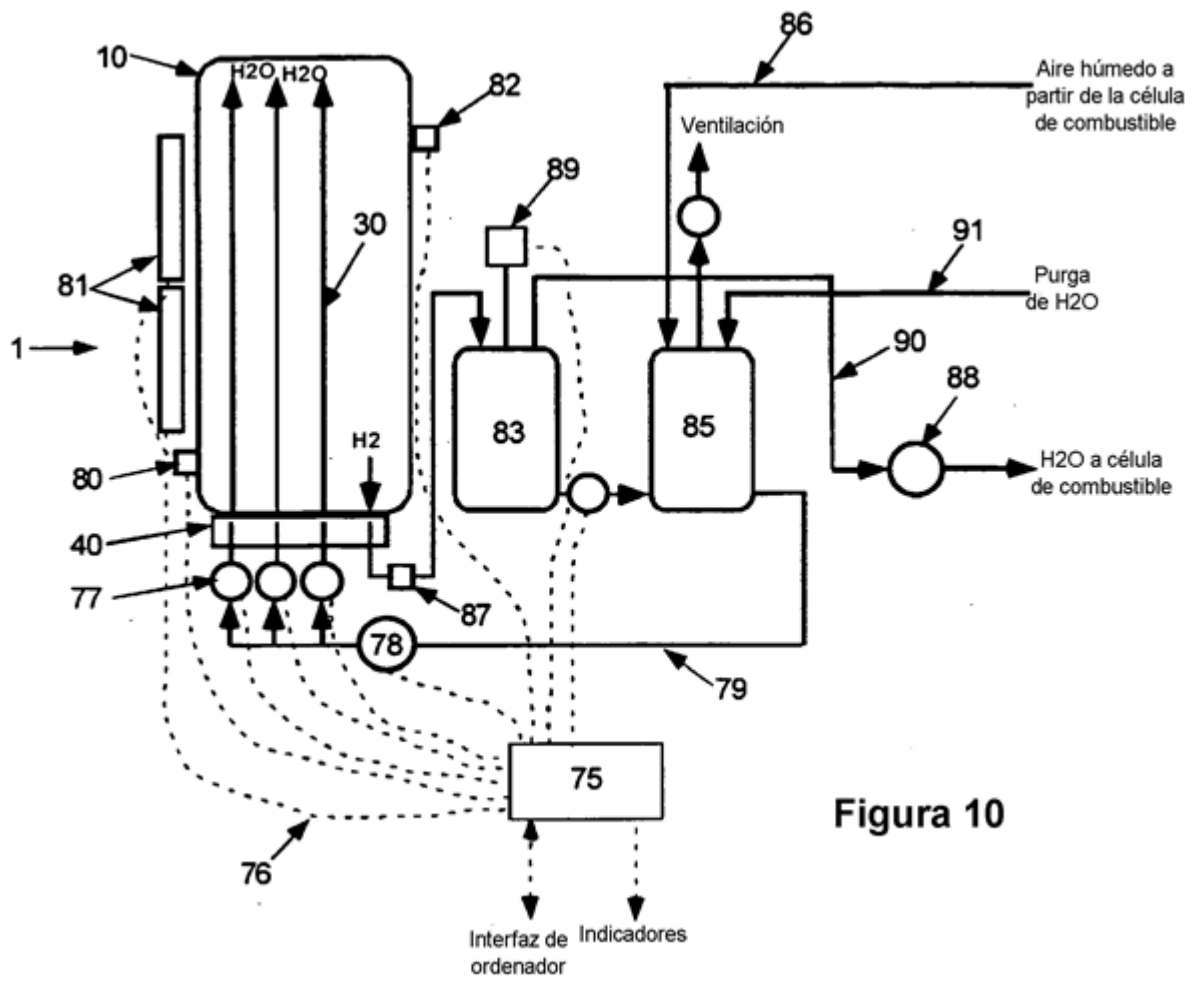


Figura 10

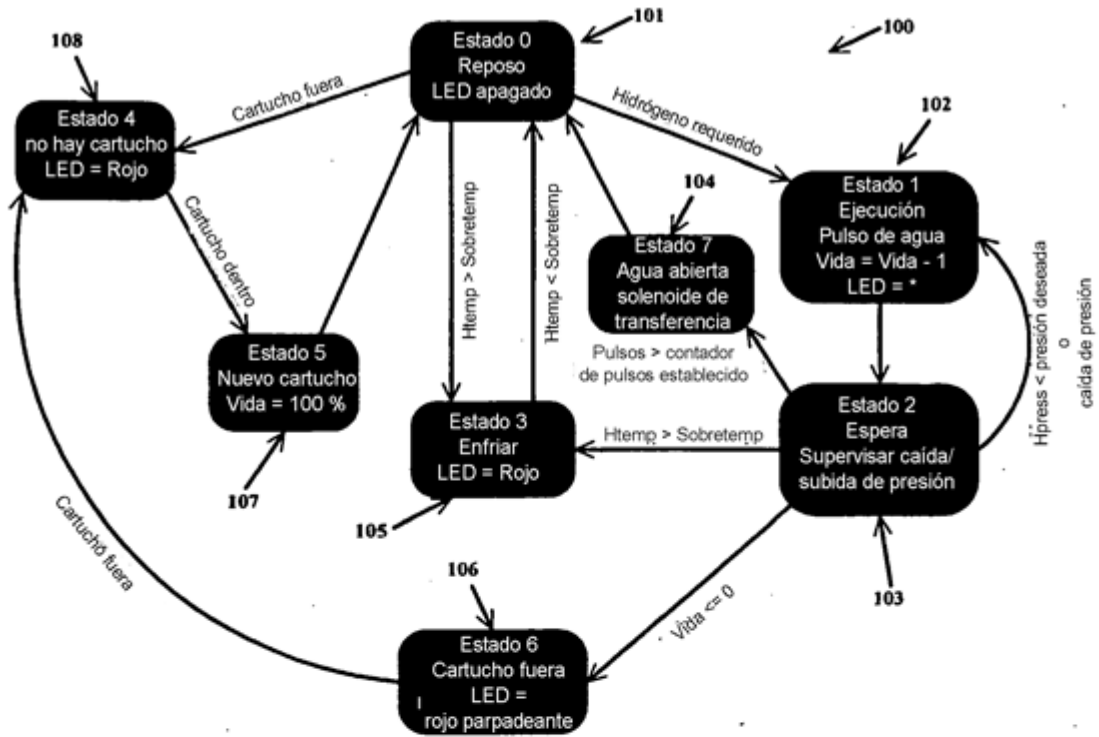


Figura 11

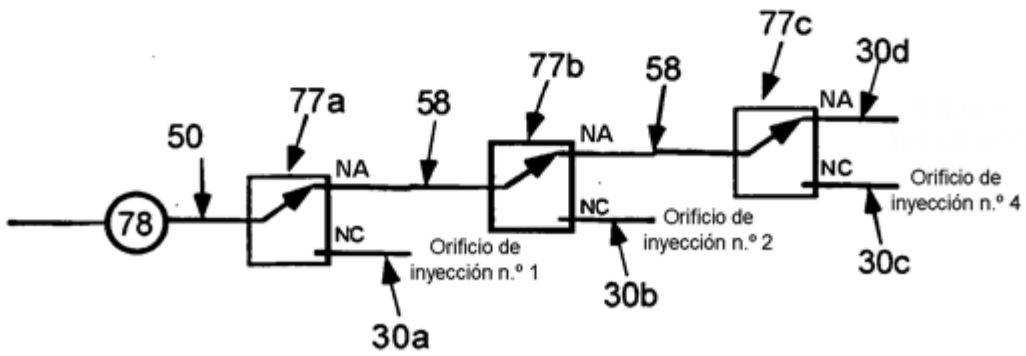


Figura 12

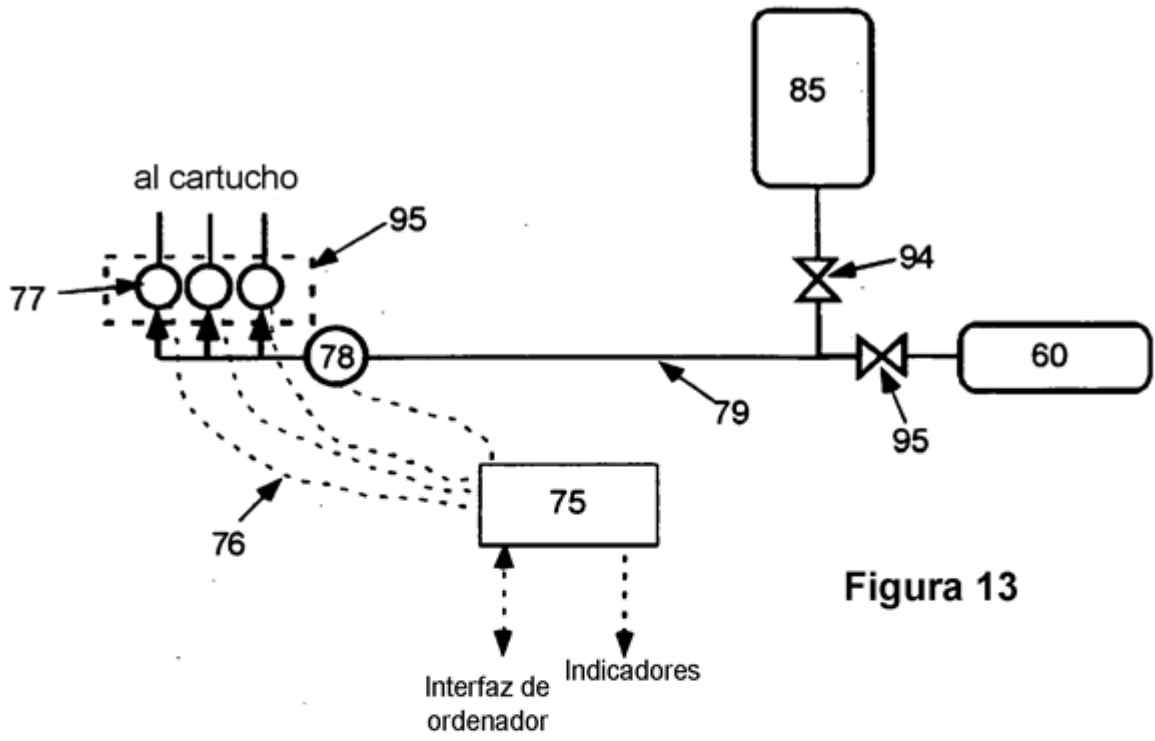


Figura 13

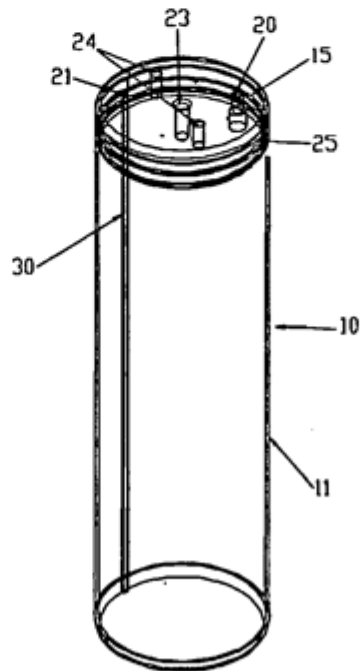


Figura 14