

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 505**

51 Int. Cl.:

B01J 4/00 (2006.01)

B01J 4/04 (2006.01)

C01B 3/06 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 8/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04794137 .2**

96 Fecha de presentación: **05.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1673236**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.06.2006**

54 Título: **Cartuchos de combustible para pilas de combustible y procedimientos para su realización**

30 Prioridad:
06.10.2003 US 679756

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.06.2012

73 Titular/es:
**SOCIETE BIC
14, RUE JEANNE D'ASNIÈRES
92611 CLICHY CEDEX, FR**

72 Inventor/es:
**ADAMS, Paul;
CURELLO, Andrew J.;
FAIRBANKS, Floyd;
LEFEBVRE, Guy;
LEFEBVRE, Yann;
FRIGIERE, Rene y
DOUCET, Michel**

74 Agente/Representante:
López Marchena, Juan Luis

ES 2 383 505 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

Cartuchos de combustible para pilas de combustible y procedimientos para su realización.

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere en general a cartuchos de combustible que suministran combustible a diferentes pilas de combustible, y a los componentes del cartucho.

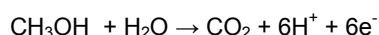
ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Las pilas de combustible son dispositivos que convierten directamente la energía química de reactivos, es decir, combustible y oxidante, en electricidad de corriente continua (CC). Para un número cada vez mayor de aplicaciones, las pilas de combustible son más eficientes que la generación clásica de energía, tal como la combustión de combustible fósil, y más eficientes que el almacenamiento de energía portátil, tal como baterías de iones de litio.

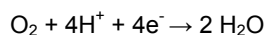
15 En general, las tecnologías de pilas de combustible incluyen una variedad de diferentes pilas, tales como pilas de combustible alcalino, pilas de combustible de electrólitos de polímeros, pilas de combustible de ácido fosfórico, pilas de combustible de carbonato fundido, pilas de combustible de óxido sólido y pilas de combustible de enzimas. Las pilas de combustible más importantes actualmente pueden dividirse en tres categorías generales, a saber, pilas que utilizan como combustible hidrógeno comprimido (H₂), pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (MIP) que utilizan metanol (CH₃OH), borohidruro de sodio (NaBH₄), hidrocarburos (tal como el butano) u otros combustibles reformados en combustible de hidrógeno, y pilas de combustible de MIP que utilizan combustible de metanol (CH₃OH) directamente ("pilas de combustible de metanol directo" o PCMD). El hidrógeno comprimido se mantiene por lo general a una presión elevada y, en consecuencia, es difícil de manipular. Además, normalmente se requieren depósitos de almacenamiento de gran tamaño, y no pueden hacerse lo suficientemente pequeños para dispositivos electrónicos de consumo. Las pilas clásicas de combustible reformado requieren reformadores y otros sistemas auxiliares y de vaporización para convertir los combustibles en hidrógeno, a fin de reaccionar con el oxidante en la pila de combustible. Los recientes avances hacen que las pilas de combustible reformado o reformato sean prometedoras para los dispositivos electrónicos de consumo. Cuando se hace reaccionar el metanol directamente con el oxidante en la pila de combustible, la PCMD es la pila de combustible más sencilla y potencialmente pequeña, y tiene también una prometedora aplicación de energía para los dispositivos electrónicos de consumo ordinario.

35 04 La PCMD para aplicaciones relativamente grandes comprende normalmente un ventilador o compresor para suministrar un oxidante, normalmente aire u oxígeno, al electrodo del cátodo, una bomba para suministrar una mezcla de agua y metanol al electrodo del ánodo y un conjunto de membrana y electrodo (CME). El CME normalmente incluye un cátodo, una MIP y un ánodo. Durante el funcionamiento, la mezcla líquida de combustible de agua y metanol se suministra directamente al ánodo, y el oxidante se suministra al cátodo. La reacción electroquímica en cada electrodo y reacción completa de la pila de combustible se describen del modo siguiente:

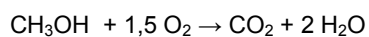
40 Reacción en el ánodo:



45 Reacción en el cátodo:



50 Reacción completa de la pila de combustible



55 Debido a la migración de los iones de hidrógeno (H⁺) del ánodo al cátodo, a través de la MIP, y debido a la incapacidad de los electrones libres (e⁻) para pasar a través de la MIP, los electrones deben fluir por un circuito externo, lo que produce una corriente eléctrica a través del circuito externo. El circuito externo podría ser cualquier dispositivo electrónico útil para el consumo, por ejemplo teléfonos móviles, calculadoras, asistentes personales digitales, ordenadores portátiles y herramientas eléctricas, entre otros. La PCMD se describe en las patentes de los EE.UU. números 5.992.008 y 5.945.231, que se incorporan a la presente en su totalidad mediante esta referencia. En general, la MIP está realizada con un polímero, por ejemplo Nafion®, de DuPont, que es un material perfluorado que tiene un espesor en el rango de aproximadamente 0,05 mm a unos 0,50 mm, u otras membranas adecuadas. El ánodo está realizado normalmente con un soporte de papel carbón teflonizado, con una fina capa de catalizador, tal como platino-rutenio, depositada sobre el mismo. El cátodo es normalmente un electrodo de difusión de gases en el cual se fijan las partículas de platino, en un lado de la membrana.

65 La reacción de una pila de combustible reformadora de borohidruro de sodio es la siguiente:

ánodo) NaBH_4 (acuoso) + $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ (calor o catalizador) $\rightarrow 4(\text{H}_2) + (\text{NaBO}_2)$ (acuoso) $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (en el

5 $2(2\text{H}^+ + 2\text{e}^-) + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (en el cátodo)

Los catalizadores adecuados incluyen platino y rutenio, entre otros metales. El combustible de hidrógeno producto de la reformación del borohidruro de sodio reacciona en la pila de combustible con un oxidante, por ejemplo O_2 , para crear electricidad (o un flujo de electrones) y agua como subproducto. En el proceso de reformado se produce también borato sódico (NaBO_2) como subproducto. La pila de combustible de borohidruro de sodio se describe en la solicitud de patente publicada de los Estados Unidos con el número 2003/0082427, que se incorpora a esta patente por la presente referencia.

Una de las características más importantes para la aplicación de la pila de combustible es el almacenamiento de combustible. El suministro de combustible debería ser también fácilmente insertado en la pila de combustible o el dispositivo electrónico alimentado por la pila de combustible. Además, el suministro de combustible debería ser también fácilmente sustituible o rellenable.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

20 La presente invención se define mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Así pues, la presente invención tiene como objetivo un suministro de combustible adaptado para su uso con cualquier pila de combustible.

La presente invención tiene también como objetivo un suministro de combustible adaptado para su uso con una pila de combustible de metanol directo.

25 La presente invención tiene igualmente como objetivo un suministro de combustible adaptado para su uso con una pila de combustible reformador.

Una realización de la presente invención tiene como objetivo un suministro de combustible que comprende una envoltura exterior que rodea un compartimento de combustible que contiene el combustible, un compartimento para el reactivo y una cámara de reacción. El combustible se transporta desde el compartimento de combustible a la cámara de reacción y reacciona para formar reactivos que comprenden gas de hidrógeno y reactivo líquido. Los reactivos se transportan después al compartimento de reactivo, donde el reactivo líquido permanece en el compartimento de reactivo y el gas de hidrógeno pasa del compartimento de reactivo a la pila de combustible. El compartimento de reactivo tiene una membrana permeable al gas e impermeable al líquido, que permite que el hidrógeno pase a través de la misma.

El suministro de combustible tiene también una válvula que permite selectivamente que el gas de hidrógeno pase a través de la pila de combustible. El suministro de combustible puede tener también una bomba para transportar el combustible desde el compartimento de combustible hasta la cámara de reacción. Las paredes del compartimento de combustible y el compartimento de reactivo pueden estar realizados integralmente y separados por una pared móvil que forma un cierre con las paredes. Cada uno de estos compartimentos puede tener un revestimiento para contener el combustible o los reactivos.

45 En otra realización, el reactivo líquido se transporta al compartimento de reactivo mientras que el reactivo de gas de hidrógeno se transporta a la pila de combustible,

Un suministro de combustible puede comprender una envoltura exterior y al menos dos revestimientos interiores. Entre los revestimientos interiores se coloca un material absorbente, y uno de los revestimientos contiene combustible y está en comunicación de fluidos con una válvula que conecta este revestimiento a una pila de combustible. El otro revestimiento puede contener subproductos producidos por la pila de combustible. Al menos un posible elemento de almacenamiento de energía actúa preferentemente sobre el revestimiento que contiene combustible.

Un suministro de combustible puede comprender una envoltura exterior flexible y un revestimiento interior flexible que contiene combustible. El suministro de combustible tiene el tamaño y las dimensiones para ser recibido en un compartimento de un dispositivo electrónico, y el revestimiento interior está en comunicación de fluidos con una válvula que conecta dicho revestimiento a una pila de combustible dentro del dispositivo electrónico.

Un suministro de combustible puede adaptarse para su inserción en un dispositivo electrónico. El suministro de combustible comprende un brazo giratorio de guía montado en el suministro de combustible. El brazo de guía se mueve desde una posición original a una posición de inserción antes de que el suministro de combustible se inserte en el dispositivo electrónico. El brazo de guía va preferentemente cargado por muelle. En la posición de inserción, el brazo de guía se alinea con un canal correspondiente en el dispositivo electrónico. El brazo de guía puede ir montado coaxialmente con, o alejado de, una válvula de control que conecta el suministro de combustible a una pila de combustible del dispositivo electrónico. Después de que se inserte el suministro de combustible, el brazo de guía vuelve a la posición original para retener el suministro de combustible dentro del dispositivo electrónico.

5 Un suministro de combustible puede comprender una envoltura exterior, al menos un revestimiento interior y un posible elemento de almacenamiento de energía, donde el revestimiento contiene combustible y está en comunicación de fluidos con una válvula que conecta el revestimiento a una pila de combustible. La envoltura exterior comprende nervaduras internas para guiar el movimiento del revestimiento y el posible elemento de almacenamiento de energía cuando el combustible se transporta hacia dentro o hacia fuera del revestimiento.

10 Un suministro de combustible puede comprender una envoltura exterior, al menos un revestimiento interior y una posible espuma de almacenamiento de energía, donde el revestimiento contiene combustible y está en comunicación de fluidos con una válvula que conecta el revestimiento a una pila de combustible. La espuma puede comprender varias zonas de diferente porosidad. La zona de más elevada porosidad está alejada preferentemente lo más lejos posible del revestimiento. La espuma puede tener también orificios de venteo para evaporar el líquido absorbido en la espuma.

15 Un procedimiento para formar suministros de combustible puede comprender los pasos de (i) proporcionar una capa superior, (ii) formar al menos una vejiga en la capa superior, (iii) laminar una capa de soporte de la capa superior y formar al menos un depósito de combustible tipo "blister" entre las capas superior y de soporte; y (iv) fijar una válvula como mínimo a un depósito de combustible tipo blister. Este procedimiento puede comprender también los pasos de (v) marcar líneas perforadas alrededor de al menos dicho depósito de combustible blister, y (vi) formar orejetas de guía desde las capas de soporte y superiores, entre otros pasos.

20 Otro procedimiento puede comprender los pasos de (i) proporcionar una serie de materiales adecuados para su uso como suministro de combustible, (ii) co-extruir un tubo sin costuras a partir de una serie de materiales, (iii) fijar al tubo sin costuras al menos una tapa de extremo que tiene una forma predeterminada, para formar el suministro de combustible, y (iv) fijar una válvula al suministro de combustible.

25 Otro procedimiento puede comprender los pasos de (i) proporcionar un revestimiento interior adaptado para contener combustible, (ii) fijar una válvula al revestimiento interior, (iii) proporcionar una envoltura exterior que comprende dos partes, (iv) fijar una parte de la envoltura exterior a una parte de cuello del revestimiento interior cercano a la válvula, y (v) fijar la otra parte de la envoltura exterior a la parte de cuello del revestimiento interior, y fijar entre sí las dos partes de la envoltura exterior.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 En los dibujos adjuntos, que forman parte de la memoria y deben leerse junto con la misma, y en donde se utilizan los mismos números de referencia para indicar partes similares en las diferentes vistas:

La FIG. 1 es una vista en sección transversal de un cartucho de combustible a presión según una realización de la presente invención;

40 La FIG. 2 es una vista en sección transversal de otro cartucho de combustible a presión según otra realización de la presente invención;

45 La FIG. 3 es una vista esquemática y en despiece de un cartucho de combustible a presión en una posición abierta, y la FIG. 3A es una vista en sección transversal de una válvula que puede conectarse a un revestimiento del cartucho de la FIG. 3;

50 La FIG. 4 es una vista en perspectiva del cartucho de la FIG. 3 en posición cerrada; las FIGS. 4A y 4B son vistas en perspectiva de otras válvulas que pueden conectarse al revestimiento de la FIG. 3; la FIG. 4C es una vista en perspectiva del revestimiento de combustible y un muelle de espuma con múltiples zonas; la FIG. 4D es una vista en perspectiva del cartucho de combustible dentro de una bolsa de protección;

La FIG. 5 es una representación esquemática de otro cartucho de combustible;

55 La FIG. 6 es una vista en sección transversal de otro cartucho de combustible;

La FIG. 7 es una vista en perspectiva y en despiece de un dispositivo electrónico con otro cartucho de combustible;

60 Las FIGS. 8A-8D son vistas frontales parciales del cartucho de las FIGS. 3 y 4 que muestran un mecanismo de brazo de guía;

La FIG. 9A es una vista en perspectiva de los suministros de combustible termoformados, y la FIG. 9B es una vista en sección transversal de los suministros de combustible de la FIG.9A a lo largo de la línea 9B-9B;

65 La FIG. 10 ilustra **ejemplos** de formas de los revestimientos co-extruidos; y

La FIG. 11 ilustra un procedimiento ejemplar para fijar la envoltura exterior al revestimiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

5 Tal como se ilustra en los dibujos adjuntos y se expone con más detalle a continuación, la presente invención tiene como objetivo un sistema de pila de combustible que utiliza combustibles para pilas tales como metanol y agua, mezcla de metanol/agua, mezclas de metanol/agua a diferentes concentraciones o metanol puro. El metanol puede utilizarse en muchos tipos de pilas de combustibles, por ejemplo, PCMD, pila de combustible de enzimas y pila de combustible reformado, entre otras. El sistema de pila de combustible puede contener otros tipos de combustibles para pilas, tales como etanol o alcoholes, productos químicos que pueden ser reformados en hidrógeno, u otros productos químicos que pueden mejorar el rendimiento o la eficiencia de las pilas de combustible. Los combustibles incluyen también electrolito de hidróxido de potasio (KOH), que puede utilizarse con pilas de combustible metálico o pilas de combustible alcalino, y puede almacenarse en suministros de combustible. Para pilas de combustible metálico, el combustible se encuentra en forma de partículas de zinc transportadas por fluido, sumergidas en una solución de reacción electrolítica de KOH, y los ánodos dentro de las cavidades de la pila son ánodos particulados formados de partículas de zinc. La solución electrolítica de KOH se describe en la solicitud de patente de los Estados Unidos número 2003/0077493 titulada "Procedimiento de Uso de un Sistema de Pila de Combustible Configurado para Proporcionar Energía a Una o Más Cargas", publicada el 24 de abril de 2003, que se incorpora en su totalidad a esta patente por la presente referencia. Los combustibles incluyen también una mezcla de metanol, peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico, que fluye a través de un catalizador formado sobre virutas de silicio para crear una reacción de pila de combustible. Los combustibles incluyen también borohidruro de sodio acuoso (NaBH₄) y agua, discutido anteriormente. Los combustibles pueden ser asimismo combustibles de hidrocarburos, que incluyen, aunque sin que esto represente limitación alguna, butano, queroseno, alcohol y gas natural, descritos en la solicitud de patente concedida de los Estados Unidos número 2003/0096150, titulada "Dispositivo de Pila de Combustible con Interfaz Líquida", publicada el 22 de mayo de 2003, que se incorpora en su totalidad a esta patente por la presente referencia. Los combustibles incluyen también oxidantes líquidos que reaccionan con los combustibles. La presente invención, en consecuencia, no se limita a cualquier tipo de combustibles, soluciones electrolíticas, soluciones oxidantes o líquidos que se contienen en el suministro. Tal como se utiliza en la presente, el término "combustible" incluye todos los combustibles que pueden reaccionar en pilas de combustible o en el suministro de combustible, e incluye, aunque sin que esto represente limitación alguna, todos los combustibles adecuados anteriores, soluciones electrolíticas, soluciones oxidantes, líquidos y/o químicos y mezclas de los mismos.

Tal como se utiliza en la presente, el término "suministro de combustible" incluye, aunque sin que esto represente limitación alguna, cartuchos desechables, cartuchos rellenables/reutilizables, recipientes, cartuchos que permanecen dentro del dispositivo electrónico, cartuchos que se encuentran fuera del dispositivo electrónico, depósitos de combustible, depósitos de relleno de combustible, otros recipientes que almacenan combustible y los tubos conectados a los depósitos de combustible, recipientes, la pila de combustible o el dispositivo electrónico al cual alimenta la pila de combustible. Aunque a continuación se describe un cartucho junto con los **ejemplos** de realización de la presente invención, conviene señalar que estas realizaciones son aplicables también a otros suministros de combustible, y la presente invención no se limita a un tipo particular de suministros de combustible.

La FIG. 1 ilustra el cartucho 10 para almacenar un combustible reformado de hidrógeno, es decir, cualquier combustible que reaccione con otros materiales o reaccione en presencia de un catalizador para producir hidrógeno. A continuación el hidrógeno se transporta a una pila de combustible, por ejemplo, una MIP, para ser convertido en electricidad y subproductos. Un combustible reformado particular, el borohidruro de sodio, se utiliza en el presente para describir este aspecto de la presente invención. No obstante, se entiende que con este cartucho puede utilizarse cualquier combustible que pueda reformarse para producir hidrógeno y, en consecuencia, queda dentro del ámbito de esta invención.

50 El cartucho 10 contiene la cámara 12, que se divide en el compartimento 14 de combustible y el compartimento 16 de reactivo. Los compartimentos están separados por la pared móvil 18, que tiene el raspador 20. El raspador 20 o una junta tórica elastomérica forman un cierre con la superficie interior de la cámara 12, de modo que el compartimento 14 de combustible no está en comunicación de fluidos con el compartimento 16. Una membrana móvil, una membrana extensible o similar puede sustituir la pared móvil 18, siempre que aumente el volumen del compartimento 16 del reactivo, disminuyendo a su vez el volumen del compartimento 14 de combustible. Como variante, puede omitirse el cierre formado por el raspador o junta tórica 20, si el compartimento 14 de combustible y el compartimento 16 de reactivo contienen revestimientos interiores para almacenar combustible y reactivo, separadamente. Dichos revestimientos se describen con detalle en la solicitud de patente de los Estados Unidos copendiente y de propiedad común número de serie 10/629.004, titulada "Cartucho de Combustible con Revestimiento Flexible", presentada el 29 de julio de 2003. La descripción de esta solicitud se incorpora en su totalidad a esta patente por la presente referencia.

65 El combustible se almacena en el compartimento 14 y cuando se necesita se transporta a la cámara de reacción 22 para reaccionar en presencia de un catalizador o para ser calentado. Los catalizadores adecuados incluyen platino o rutenio u otros metales. El combustible puede ser transportado por la bomba 24, incluso cuando el compartimento 14 está presurizado, dado que una bomba puede regular cuándo debería comenzar o detenerse el flujo de combustible,

poniéndose en marcha o deteniéndose, y la bomba puede medir o controlar la velocidad de flujo. Como variante, el combustible puede transportarse a través de un medio capilar o de absorción a modo de mecha. El transporte de los combustibles de pila de combustible mediante la acción capilar o de absorción a modo de mecha se describe con detalle en la solicitud de patente co-pendiente número de serie 10/346.793, titulada "Cartucho de Combustible para Pilas de Combustible", presentada el 31 de enero de 2003. Esta solicitud se incorpora a esta patente en su totalidad por la presente referencia. Entre la cámara de reacción 22 y el compartimento 14 de combustible puede colocarse una válvula de seguridad optativa 26, es decir, una válvula de flujo de una dirección. Un combustible adecuado almacenado en el compartimento 14 es una mezcla de borohidruro de sodio y agua. Como variante, el compartimento 14 almacena borohidruro de sodio acuoso y un compartimento separado (no ilustrado) almacena agua, y el agua la bombea a la cámara de reacción 22 la segunda bomba 28. El gas de hidrógeno reactivo (H_2) y el borato sódico acuoso ($NaBO_2$) se producen por la reacción en la cámara de reacción 22. El combustible de hidrógeno se obtiene ventajosamente tanto del borohidruro de sodio como del agua, aumentando así la eficiencia de la producción de hidrógeno. Los reactivos se transportan a continuación por el canal 30 hasta el compartimento 16 del reactivo de la cámara 12.

El compartimento 16 del reactivo tiene la membrana 32, que permite que el gas de hidrógeno pase al espacio interno 34 dentro del cartucho 10. En consecuencia, el borato de sodio acuoso se retiene dentro del compartimento 16 del reactivo. Como se ilustra por las líneas de puntos, el gas de hidrógeno puede transportarse selectivamente al exterior del cartucho 10 a través de la válvula de control 36 hasta la pila de combustible para producir electricidad. La válvula de control 36 se describe con detalle en la solicitud de patente de los Estados Unidos co-pendiente y de propiedad común número de serie 10/629.006, titulada "Cartucho de Combustible con Válvula de Conexión", presentada el 29 de julio de 2003. La descripción de esta solicitud se incorpora en su totalidad a esta patente por la presente referencia. La membrana 32 se selecciona de modo que es necesario un determinado diferencial de presión en la membrana para que el gas de hidrógeno pase a través de la membrana. Debido a la presencia de gas de hidrógeno, la presión en el compartimento 16 del reactivo es mayor que la presión en el compartimento 14 de combustible, y la pared móvil 18 es empujada por esta presión diferencial para hacer que el combustible salga del compartimento 14 de combustible hasta la cámara de reacción 22. Para asegurar que la presión dentro del compartimento 16 del reactivo continúa siendo mayor que la del compartimento 14 de combustible, junto con la membrana 32 puede utilizarse una válvula de sombrerete tal como se describe en la solicitud 004. Como variante, en lugar de una válvula de sombrerete, puede utilizarse un miembro poroso, tal como un relleno, espuma o similar. Dicho miembro poroso requiere una caída de la presión a través del mismo para que el hidrógeno pase desde el compartimento 16 del reactivo hasta el espacio interno 34 y la válvula 36.

Según un aspecto de la invención, el combustible se transporta desde el compartimento 14 de combustible hasta la cámara de reacción 22 mediante material de acción capilar o de absorción a modo de mecha en lugar de mediante la bomba 24. En esta realización, cuando ya no se necesita el combustible de hidrógeno se cierra la válvula 36. El hidrógeno en el espacio interno 34 deja de salir y esto crea una presión de retorno o contrapresión. Esta presión de retorno detiene el flujo al interior de la cámara 16 del reactivo, lo que detiene también el flujo en el circuito. Esto detiene la reacción y la producción de combustible. Cuando se necesita de nuevo el combustible, se abre la válvula 36 y el gas de hidrógeno a presión sale del cartucho, y esto hace caer la presión en el espacio interno 34, lo que permite que el gas de hidrógeno fluya desde la cámara 16 del reactivo al espacio interno 34. Este flujo absorbe de nuevo combustible desde el compartimento 14 de combustible hasta la cámara de reacción 22 para reiniciar la reacción. La bomba 24 puede utilizarse también para medir el flujo de combustible desde el compartimento 14, conociéndose la velocidad o velocidades de flujo a través de la bomba y el tiempo que la bomba está funcionando. El cartucho 10 puede tener también la válvula de seguridad 33, por ejemplo una válvula de sombrerete, que está configurada para abrirse cuando la presión en el espacio interno alcance un nivel predeterminado.

La membrana 32 es una membrana permeable al gas. Dichas membranas pueden estar realizadas de politetrafluoretileno (PTFE), nylon, poliamidas, polivinilideno, polipropileno, polietileno u otra membrana polimérica. Una membrana hidrofóbica y micro-porosa de PTFE comercialmente disponible puede obtenerse en W.L. Gore Associates, Inc. o Milspore Inc., entre otros. Goretex® es una membrana adecuada. Goretex es una membrana microporosa que contiene poros demasiado pequeños para que el líquido pase, pero suficientemente grandes para dejar que pase el gas.

La FIG. 2 muestra otra realización adecuada para cualquier combustible líquido que puede reformarse para producir gas de hidrógeno, tal como borohidruro de sodio. El cartucho 10 tiene también la cámara 12, que se divide en el compartimento 14 de combustible y el compartimento 16 del reactivo. Los compartimentos están separados por la pared móvil 18. El combustible se transporta hasta la cámara de reacción 22. En esta realización, el borato sódico reactivo ($NaBO_2$) se transporta de regreso al compartimento 16 de reactivo a través del canal 30, pero el gas de hidrógeno de reactivo se transporta a través del canal 38 hasta la válvula 36 para ser transportado a continuación a la pila de combustible. El compartimento 16 de reactivo puede contener reactivo adicional 39 o un catalizador, que reacciona con el borato sódico o con borohidruro de sodio para producir un gas que presuriza la cámara 16 de reactivo para impulsar la pared móvil 18 a fin de empujar el combustible hacia fuera del compartimento 14 de combustible. El canal 30 y el compartimento 16 de reactivo están separados preferentemente por una válvula de retención a fin de impedir que el gas de presurización fluya hacia fuera del compartimento 16 del reactivo. En esta realización, la bomba 24 puede utilizarse también como dispositivo de regulación o dispositivo de medición o

sustituirse por una válvula. El reactivo 40 puede ser un metal o cualquier otro material que reacciones con el borato sódico, o el reactivo 40 pueden ser los catalizadores utilizados en la cámara 22 para reaccionar con el borohidruro de sodio residual. Cuando ya no es necesario el combustible, se cierra la válvula 36 y, en el canal 38, se forma la presión de retorno para detener el flujo de combustible por encima del catalizador en la cámara 22, deteniéndose la reacción. Cuando es necesario de nuevo el combustible, la válvula 36 se abre a fin de bajar la presión en el canal para que se inicie de nuevo el flujo. Como variante, la bomba 24 o un dispositivo de regulación pueden iniciar o detener el flujo de combustible.

En la FIG. 3 se muestra un cartucho presurizado. El cartucho 40 puede contener cualquier tipo de combustibles de pila de combustible, tal como se describió anteriormente. No obstante, el proceso de reformación del combustible, si lo hubiese, tiene lugar fuera del cartucho. El cartucho 40 comprende la parte superior de alojamiento 42 y el cuerpo de alojamiento 44. El cuerpo 44 está configurado y dimensionado para recibir el revestimiento 46 de combustible. Los revestimientos de combustible se describen con detalle en la solicitud co-pendiente de propiedad común '004 descrita anteriormente. El revestimiento 46 se conecta a una válvula de cierre 36. La válvula 36 puede utilizarse para rellenar el revestimiento 46 con combustible, y puede utilizarse también para transportar selectivamente el combustible desde el revestimiento a la pila de combustible. En un aspecto, la válvula 36 se monta en la pared vertical de extremo 50 del cuerpo 44. La pared de extremo 50 define la ranura 48, que está adaptada para recibir la válvula 36. Como se ilustra en la FIG. 3A, la válvula 36 comprende dos bridas externas 51 que se sitúan sobre la pared de extremo 50 para fijar la válvula 36 en su lugar. La brida exterior se coloca preferentemente a ras con la superficie exterior de la pared de extremo 50, tal como se ilustra. La ranura 48 puede sellarse con un tapón, una junta tórica o una guarnición o empaquetadura insertada en la ranura 48 o con un cierre que forma parte de la válvula. El tapón, junta tórica o guarnición pueden estar realizados de material elastomérico o de caucho, materiales de relleno, entre otros materiales de cierre adecuados.

La parte superior 42 tiene la espuma comprimible 52 fijada a su superficie interna. La espuma 52 puede tener una porosidad variante en su espesor, y tener una única capa o una serie de capas. La espuma 52 puede estar colocada adyacente al revestimiento 46 antes de que se rellene el revestimiento 46, cuando la parte superior 42 se fija al cuerpo 44, tal como se ilustra en la FIG. 4, por medio de pasadores 54 y orificios de guía 56. La parte superior 42 puede fijarse al cuerpo 44 por cualesquiera medios conocidos en la técnica, tales como unión adhesiva, unión por ultrasonidos, soldadura, unión por radiofrecuencia, sellado por adhesivo caliente o similar. La pared de extremo 50 y las otras paredes laterales se fijan de forma similar entre sí y al fondo 58. Como variante, la pared de extremo 50 y las otras paredes laterales se realizan integralmente con el fondo 58, mediante el moldeo por compresión o moldeo por inyección. La pared de extremo 50 y las otras paredes laterales tienen preferentemente una serie de guías 60 para guiar la compresión y expansión de la espuma 52 y el revestimiento 46.

La pared de extremo 50 puede tener también la válvula de venteo 62 y/o la membrana 64 permeable a los gases e impermeable a los líquidos para permitir que el aire salga cuando se llena el cartucho 40, o para que se ventee el subproducto de gases producido por la reacción de la pila de combustible durante el uso. La válvula de venteo 62 se discute con más detalle a continuación, y la membrana 64 puede estar realizada del mismo material que la membrana 32, discutida anteriormente. El cuerpo 44 puede tener también rebordes 61 formados adyacentes al revestimiento 46, de modo que los rebordes 61 forman canales de flujo en el revestimiento 46.

Como se ilustra en la FIG. 4, después de que la parte superior 42 se monta en el cuerpo 44, la espuma 52 deberá estar a ras con el revestimiento vacío 46 y el fondo 58. A medida que el combustible es bombeado al interior del cartucho a través de la válvula de control o de cierre 36, el revestimiento 46 se expande y comprime la espuma 52. A medida que se comprime la espuma 52, almacena la energía potencial elástica que permite presurizar el revestimiento 46 y ayudar en el transporte del combustible a la pila de combustible durante el uso. De igual modo, a medida que se expande la espuma 52, crea un vacío parcial dentro del cartucho para ayudar al retorno del combustible. Como variante, el revestimiento 46 se rellena antes de que se inserte en el cuerpo 44. A medida que la parte superior se fija al cuerpo 44, la espuma 52 se comprime para almacenar la energía potencial elástica de la misma.

De igual modo, a medida que el combustible se bombea al interior del cartucho, el aire atrapado en el cartucho se ventea a través de la membrana 64. Como variante, el aire podría ventearse a través de la válvula de venteo 62. La válvula 62 puede comprender los canales 68 y 70, tal como se ilustra en las FIGS. 4A y 4B. El canal 68 permite que se venteen el aire y otros gases, mientras que el canal 70 permite que el líquido y subproductos en forma de gases producidos por la pila de combustible se transporten al cartucho. Como se ilustra en las FIGS. 4A y 4B, los canales 68 y 70 son coaxiales entre sí, es decir, pueden colocarse adyacentes entre sí o colocarse uno dentro del otro. Otros venteos adecuados se describen en la solicitud co-pendiente de propiedad común '004, que se incorpora mediante la referencia anterior.

Como se ilustra en la FIG. 4C, la espuma 52 puede tener una porosidad variante en todo su espesor. La parte de espuma 52 cercana al revestimiento 46 tiene preferentemente un porosidad inferior o células más pequeñas y tiene mayor capacidad para retener el subproducto líquido producido por la pila de combustible, por ejemplo, agua de una pila de combustible de metanol directo. La parte superior de la espuma 52 alejada del revestimiento 46 tiene preferentemente una mayor porosidad o células más grandes para facilitar la evaporación. La espuma 52 puede

- 5 tener al menos dos zonas. La zona inferior 68 tiene una menor porosidad y la zona superior 70 tiene una mayor porosidad. Esta distribución de la porosidad ayuda a airear el subproducto acuoso y ayuda a la evaporación del agua. La espuma 52 puede tener también una serie de orificios de venteo 72 para evaporar los líquidos. Como variante, la espuma 52 puede sellarse con una membrana impermeable al líquido y permeable a los gases, similar a la membrana 32. Además, la espuma 52 puede hincharse cuando se absorbe el subproducto líquido y la hinchazón aumenta la presión aplicada al revestimiento 46. De igual modo, tal como se ilustra en la FIG. 6, la espuma 52 puede sustituirse por un muelle de lámina o de hoja 74 y la placa inclinada 76.
- 10 El cartucho 40 puede almacenarse y sellarse en la bolsa de protección 41 para ampliar su duración al almacenamiento, tal como se ilustra en la FIG. 4D. La bolsa 41 puede estar realizada de papel de aluminio u otros materiales similares a los utilizados en el almacenamiento de alimentos o los utilizados para envolver cartuchos y toners de impresora. La bolsa 41 puede ser también envuelta al cartucho 40 mediante material termoencogible. La bolsa 41 es adecuada para su uso en cualesquiera cartuchos de pila de combustible, incluidos, pero sin que esto represente limitación alguna, los cartuchos que se describen en la presente. La bolsa 41 puede tener una única capa o múltiples capas.
- 15 El cartucho 40 puede estar orientado y configurado de modo que la pared de extremo 50 del cartucho 40 forma la parte superior del cartucho, mientras que la parte superior 42 forma parte del cuerpo 44, tal como se ilustra en la FIG. 5. La válvula de cierre 36 y la válvula de venteo 62 se fijan ambas a la pared de extremo 50 antes de que se monte el cartucho 40. La pared de extremo 50 puede tener también el miembro de identificación 66 dispuesto en la misma para indicar información importante referente al cartucho, por ejemplo el fabricante, tipo de combustible, pilas de combustible compatibles, etc.
- 20 El cartucho 40 puede tener dos o más revestimientos. Como se ilustra en la FIG. 6, el cartucho 40 comprende el revestimiento 46 y el revestimiento 136. El revestimiento 136 puede contener subproductos líquidos o una segunda solución de combustible o electrólito. Los dos revestimientos se colocan entre dos elementos compresores, los muelles de lámina 74 y las placas 76, tal como se ilustra. Las espumas compresoras, tal como se describe anteriormente, pueden utilizarse en lugar de los muelles de lámina. Entre los dos revestimientos y/o entre los elementos compresores puede disponerse material absorbente o retenedor 138 para absorber o retener cualquier líquido que pueda estar presente.
- 25 El cartucho 140 está adaptado para entrar directamente en la cámara 142 del dispositivo electrónico. Dicha cámara puede dimensionarse también como un lector de DVD o CD en un ordenador portátil, tal como se ilustra en la FIG. 7. El cartucho 140 tiene preferentemente el revestimiento flexible interior 46 que contiene combustible y el revestimiento exterior 144 que rodea el revestimiento interior 46. El revestimiento exterior 144 puede ser también flexible y está realizado de material duradero, tal como una hoja de aluminio o una lámina compuesta multicapa para proteger el revestimiento interior. Dichas láminas y hojas compuestas se conocen también como tetrapack y se han utilizado en paquetes individuales de zumo y para cubrir cartuchos para impresoras de chorro de tinta y láser. El cartucho 140 es convenientemente flexible, puede doblarse y adaptarse a la cámara que lo reciba. Cuando el revestimiento exterior 144 es flexible y duradero, puede omitirse el revestimiento interior 46. Además, el volumen entre los dos revestimientos puede rellenarse con material absorbente o retenedor 138, tal como se ilustra en la FIG. 6. Entre los revestimientos 46 y 44 puede insertarse un tercer revestimiento (no ilustrado) realizado de material absorbente o retenedor.
- 35 La válvula de control 36 conecta el cartucho 140 al dispositivo electrónico coincidiendo con el componente de válvula correspondiente 146 en el dispositivo electrónico. A continuación puede bombearse el combustible a una pila de combustible en el interior del dispositivo electrónico. Como variante, la cámara 142 puede tener un muelle o una pared móvil empujada por un muelle (no ilustrada) que empuja el cartucho 140 una vez el cartucho se inserta dentro del dispositivo. Además, el revestimiento interior 144 puede estar realizado de un material prácticamente rígido y el cartucho 14 tiene el tamaño y las dimensiones adecuadas para insertarse en la cámara 142.
- 40 El cartucho 40 tiene también al menos un brazo de guía móvil 148 que normalmente en una posición original se extiende más allá de la altura de la pared de extremo 50, tal como se ilustra por la línea continua de la FIG. 8A. Esta extensión impide que el cartucho 40 se inserte incorrectamente en el dispositivo electrónico. El brazo de guía móvil 148 se carga preferentemente mediante un muelle de modo que se empuje normalmente a la posición original ilustrada por la línea continua de la FIG. 8A. Para insertar el cartucho adecuadamente, un usuario gira el brazo de guía 148 en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj hasta una posición predeterminada de inserción/retirada, tal como se ilustra por la línea discontinua de la FIG. 8B, para retirar su extensión. Una vez que se haya insertado total y adecuadamente el cartucho, el brazo de guía cargado por muelle 148 vuelve a su posición original para impedir que el cartucho se retire inadecuadamente del dispositivo electrónico. En esta configuración, el brazo de guía 148 se monta alrededor de la válvula 36. Para retirar el cartucho, el dispositivo electrónico gira el brazo de guía de regreso a la posición de inserción/retirada y expulsa el cartucho.
- 45 En la FIG. 8B, el brazo de guía 148, que puede estar cargado por muelle, va montado independientemente en la pared de extremo 50 y alejado de la válvula 36. En su posición original, el brazo de guía 148 se extiende por encima de la altura de la pared de extremo 50, tal como ilustra la línea continua, y no puede insertarse. Para insertar el
- 50
- 55
- 60
- 65

cartucho, un usuario lo gira en el sentido de las agujas del reloj tal como se ilustra, y alinea el brazo de guía 148 en una posición predeterminada de inserción/retirada, por ejemplo horizontal, tal como ilustra la línea discontinua de la FIG. 8B. En esta posición, el brazo de guía 148 se alinea con un canal (no ilustrado) del dispositivo electrónico y el cartucho puede insertarse adecuadamente. Después de su inserción, el brazo de guía 148 regresa a su posición original y bloquea el cartucho en su lugar. Para retirar el cartucho, el dispositivo electrónico gira el brazo de guía de regreso a la posición de inserción/retirada y expulsa el cartucho.

En las FIGS. 8C y 8D se ilustra otro brazo de guía 148. El brazo de guía 148 puede girar sobre el pivote 147, que está situado entre la válvula 62 y la válvula 36. El brazo de guía 148 comprende también una protección 149, que puede ser una membrana impermeable al combustible. Como se ilustra en la FIG. 8C, la protección 149 sella la válvula 36, antes de que el cartucho 40 se utilice por primera vez. La protección 149 puede sellarse con la válvula 36 con elastómeros de sellado de junta tórica o con adhesivo. En la posición original que se ilustra en la FIG. 8C, el brazo de guía 148 se extiende por encima de la pared de extremo 50, e impide que el cartucho 40 se inserte incorrectamente en el dispositivo electrónico. Para insertar correctamente el cartucho, el usuario gira el brazo de guía 148 en dirección contrario a las agujas del reloj a la posición de inserción/retirada que se ilustra en la FIG. 8D. En esta posición, el brazo de muelle 148 no se extiende más allá de la pared de extremo 50 y la válvula 36 queda expuesta. El cartucho 40 puede insertarse en el dispositivo electrónico y la válvula 36 puede coincidir con su válvula correspondiente en el dispositivo electrónico para transportar combustible desde el cartucho 40 hasta la pila de combustible que alimenta el dispositivo electrónico.

Para mantener el brazo de guía 148 en la posición de inserción/retirada que se ilustra en la FIG. 8D puede proporcionarse el tope optativo 151. El tope 151 puede ir cargado por muelle, de modo que se comprima por debajo del brazo de guía 148 cuando dicho brazo está en la posición original que se ilustra en la FIG. 8C y se extiende hacia fuera cuando el brazo de guía 148 está en la posición que se ilustra en la posición en la FIG. 8D. Además, el brazo de guía 148 puede extenderse hacia atrás en dirección a la parte posterior del cartucho, de modo que el usuario puede mover el brazo de guía a/y desde la posición de inserción por el lado o la parte trasera del cartucho. Los brazos de guía 148 pueden tener muchas configuraciones y formas incluidas, aunque sin que esto represente limitación alguna, las que se ilustran en la presente.

Además de poder girarse tal como se describe anteriormente, el brazo de guía móvil 148 puede girarse en relación con la pared de extremo 50. El brazo de guía 148 puede estar también fijo a la pared de extremo 50, pero puede doblarse. El brazo de guía que puede doblarse puede ser flexible, de modo que pueda volver a la posición original después de moverse a la posición de inserción/retirada. Existe también la posibilidad de otras configuraciones del brazo de guía móvil 148.

En las FIGS. 9A y 9B se ilustra otro aspecto. Los revestimientos 150 son suministros de combustible de tipo vejiga/blister formados por un proceso continuo de termoformado. En este proceso, una capa superior se alimenta entre un par de discos calentados. Los discos contienen salientes para formar la vejiga en la placa superior. La capa superior formada se lamina a continuación hasta la capa de soporte 152. También pueden utilizarse rodillos calentados. El soporte puede tener múltiples capas para proporcionar rigidez y apoyo estructural a los suministros de combustible. Las líneas de perforación 156 se añaden al termoformado para ayudar a una separación individual del suministro de combustible 150 del paquete. Una válvula de control 36 se añade a cada blíster 150 y el combustible se rellena a través de las válvulas de control. Una ventaja fácilmente evidente del suministro de combustible 150 es que tiene orejetas laterales relativamente rígidas 158. Estas orejetas laterales son suficientemente rígidas para su uso como brazos de guía para insertarse en las ranuras de guía correspondientes (no ilustradas) de la pila de combustible, a fin de asegurar una inserción adecuada.

Otro procedimiento para realizar los suministros de combustible es el de co-extruir una película multicapa en el tubo sin costuras 160 tal como se ilustra en la FIG. 10. La capa más interna es compatible con los combustibles de pila de combustible, es resistente al combustible, y tiene baja permeabilidad. La capa intermedia es una barrera para los combustibles de pila de combustible o es impermeable. La capa más externa podría ser otra capa barrera y ser resistente al combustible a los productos químicos a los que el revestimiento pueda estar expuesto durante su vida útil. En un ejemplo, la capa más interna puede ser un polietileno tratado con flúor (LDPE o HYPE), la capa intermedia puede ser nylon o silicano y la capa exterior puede ser una hoja de aluminio. Cada capa se extruye y lamina preferentemente en el mismo proceso de fabricación para asegurar una elevada integridad de la unión.

El tubo extruido 160 es flexible y puede asumir cualquier forma. La forma final del revestimiento depende en parte de la forma del tapón de extremo 162 que se fija al tubo 160. El tubo 160 puede tener también una forma poligonal y puede ser también plegado, tal como se ilustra. El tubo 160 puede sellarse con las tapas de extremo 162 por el calor generado por radiofrecuencia, ultrasonidos u otras fuentes de calor. Como variante, el tubo 160 puede fijarse por un extremo al tapón de extremo 162 y la válvula 36, y sellarse a sí mismo en el otro extremo, de forma similar a un tubo de pasta dentífrica, tal como se ilustra en la FIG. 10. El revestimiento puede ser envuelto por una lámina de aluminio termoencogible. Esto aumenta la duración al almacenamiento del cartucho, dado que la capa más interna puede soportar el efecto corrosivo del combustible, las capas intermedias y exteriores proporcionan barreras para mantener el combustible dentro del revestimiento y la capa exterior impide que la luz ultravioleta degrade el revestimiento. Los

revestimientos multicapa se describen con más detalle en la solicitud co-pendiente de patente '004, que se describe anteriormente. La descripción de esta solicitud se ha incorporado ya mediante referencia.

5 La envoltura exterior puede comprender dos mitades 164 que se sueldan por radiofrecuencia, ultrasonidos y otras fuentes térmicas al revestimiento interior 46, tal como se ilustra en la FIG. 11. Preferentemente, el revestimiento interior 46 tiene ya la válvula de control 36 fijada al mismo. Cada mitad 164 se suelda a la zona 166 de cuello del revestimiento 46, como se ilustra, y se sueldan entre sí para formar el suministro de combustible.

10 Aunque es evidente que las realizaciones ilustrativas de la invención descritas en el presente alcanzan los objetivos indicados anteriormente, se puede observar que las personas entendidas en la técnica podrán desarrollar numerosas modificaciones y otras realizaciones. En consecuencia, se entenderá que se pretende que las reivindicaciones adjuntas cubran todas las citadas modificaciones y realizaciones, que entren dentro del espíritu y ámbito de la presente invención.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Suministro (10) de combustible, que contiene combustible para su uso por una pila de combustible, que comprende:
- 10 Una envoltura exterior que envuelve un compartimiento (14) de combustible, que contiene el combustible, un compartimiento (16) del reactivo, y una cámara de reacción (22); caracterizado porque el combustible se transporta a la cámara de reacción (22) y reacciona para formar reactivos que comprenden gas de hidrógeno y reactivo líquido, y posteriormente los reactivos se transportan al compartimiento (16) de reactivo; y porque el compartimiento (16) del reactivo comprende una membrana permeable a los gases e impermeable a los líquidos, y retiene el reactivo líquido; y porque el gas de hidrógeno pasa desde el compartimiento (16) de reactivo a través de la membrana (32), hasta un espacio (34) incluido dentro de la envoltura exterior y después de la pila de combustible.
- 15 2. Suministro (10) de combustible, que contiene combustible para su uso por una pila de combustible, que comprende:
- 20 una envoltura exterior, que envuelve un compartimiento (14) de combustible, y que contiene el combustible, un compartimiento (16) del reactivo, y una cámara de reacción (22); caracterizado porque el combustible se transporta a la cámara de reacción (22) y reacciona para formar reactivos que comprenden gas de hidrógeno y reactivo líquido, y posteriormente el gas de hidrógeno se transporta a la pila de combustible y el reactivo líquido se transporta al compartimiento (16) de reactivo; y porque el reactivo líquido reacciona también con un reactivo adicional (39) para producir un gas a fin de aumentar la presión dentro del compartimiento (16) de reactivo.
- 25 3. Suministro de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el cartucho de combustible comprende una válvula y la válvula permite selectivamente que el gas de hidrógeno pase a la pila de combustible.
- 30 4. Suministro de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el cartucho de combustible comprende una bomba para transportar combustible desde el compartimiento de combustible a la cámara de reacción.
- 35 5. Suministro de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque la envoltura exterior es prácticamente impermeable al gas de hidrógeno.
- 40 6. Suministro de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque las paredes del compartimiento de combustible y el compartimiento de reactivo se realizan integralmente.
- 45 7. Suministro de combustible según la reivindicación 6, caracterizado porque el compartimiento de combustible y el compartimiento de reactivo están separados por una pared móvil.
8. Suministro de combustible según la reivindicación 7, caracterizado porque la pared móvil forma un cierre con las paredes del compartimiento de reactivo y el compartimiento de combustible.
- 50 9. Suministro de combustible según la reivindicación 8, caracterizado porque el cierre comprende un raspador o una junta tórica que presiona contra las paredes del compartimiento de reactivo y el compartimiento de combustible.
- 55 10. Suministro de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el combustible comprende borohidruro de sodio o metanol.
11. Suministro de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la cámara de reacción comprende un catalizador.
- 60 12. Suministro de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el compartimiento de combustible comprende un revestimiento y el combustible se contiene en el revestimiento.
13. Suministro de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el compartimiento de reactivo comprende un revestimiento y los reactivos se contienen en el revestimiento.
14. Suministro de combustible según la reivindicación 2, caracterizado porque el reactivo adicional es un metal o un catalizador.

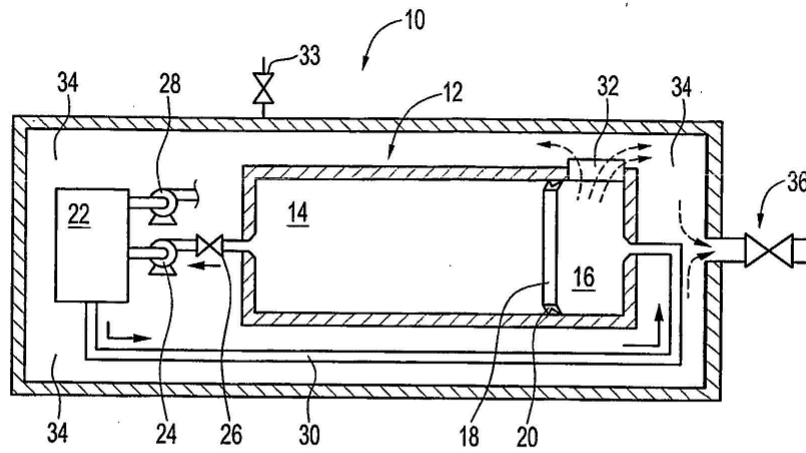


FIG. 1

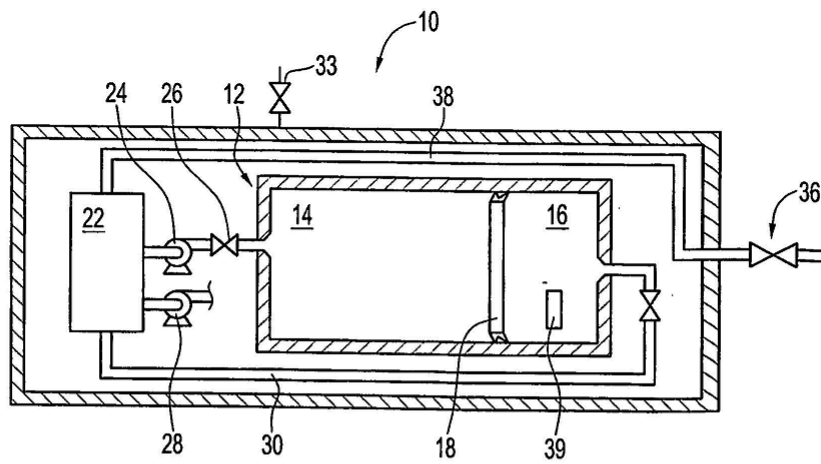


FIG. 2

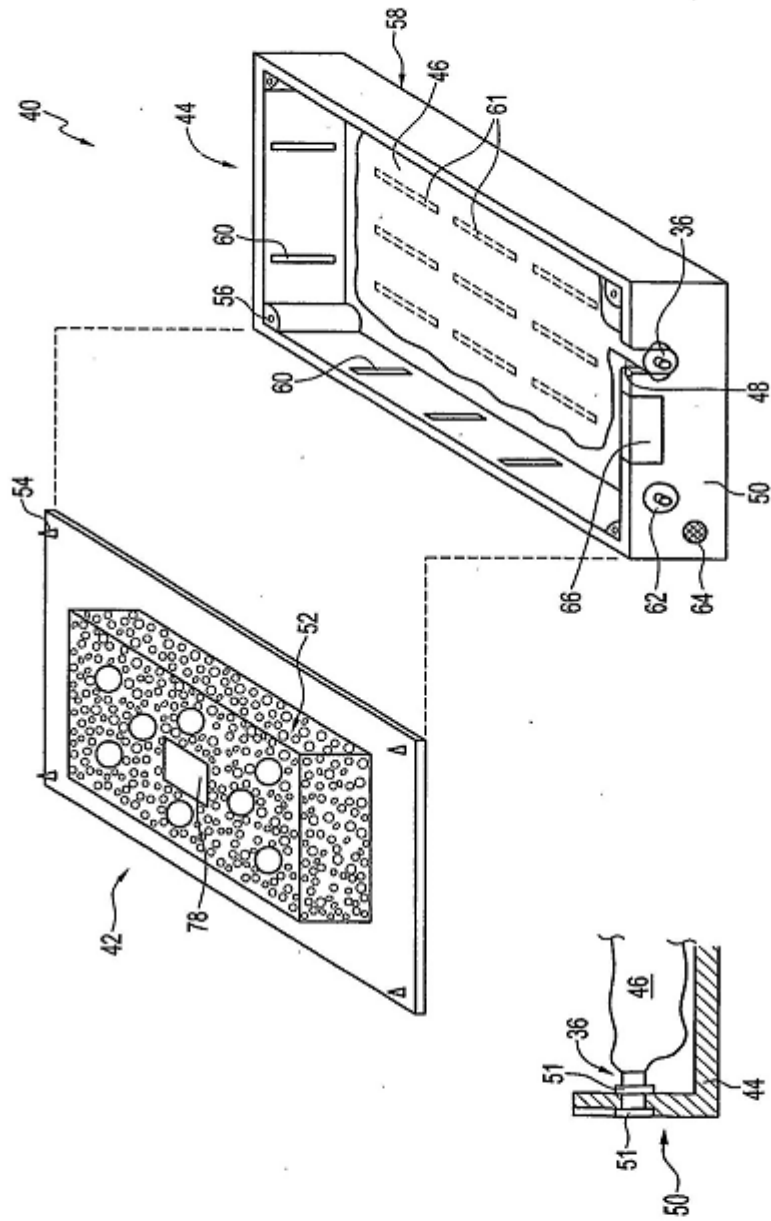


FIG. 3

FIG. 3A

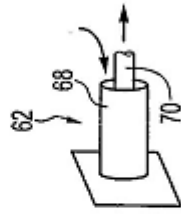


FIG. 4A

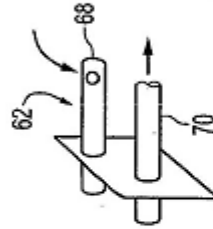


FIG. 4B

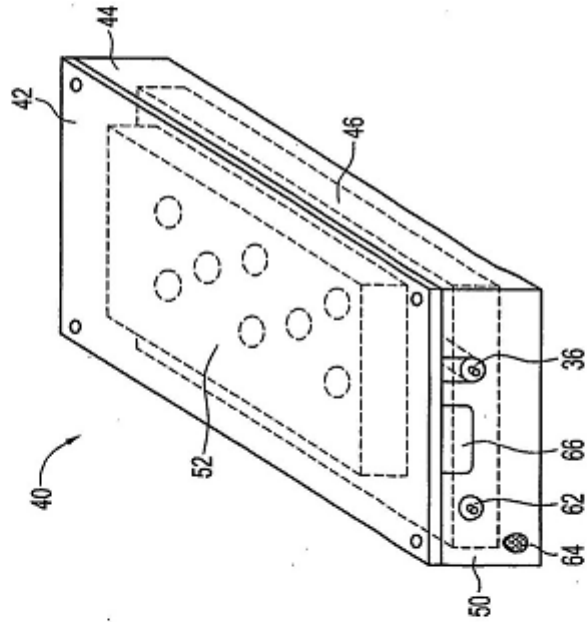


FIG. 4

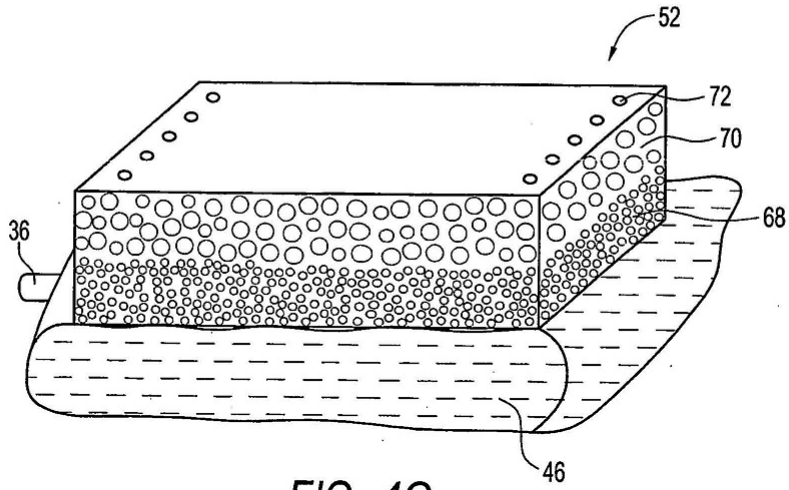


FIG. 4C

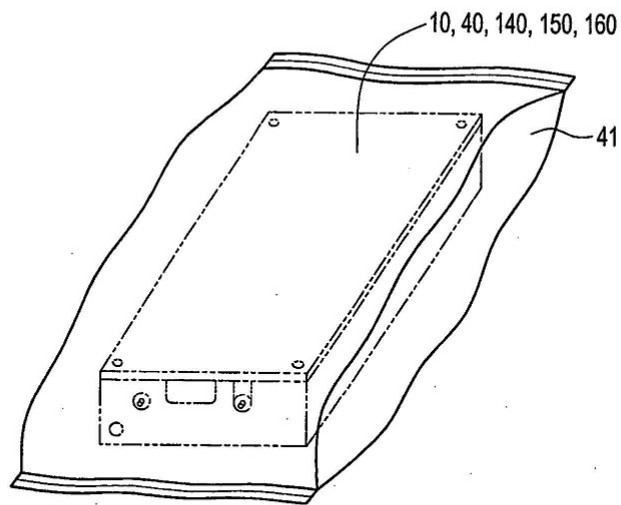


FIG. 4D

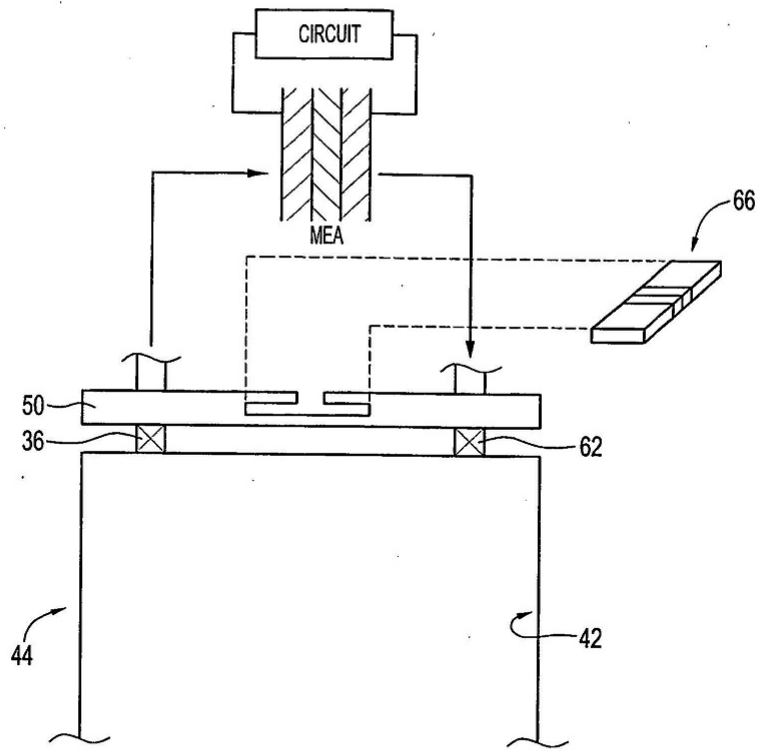


FIG. 5

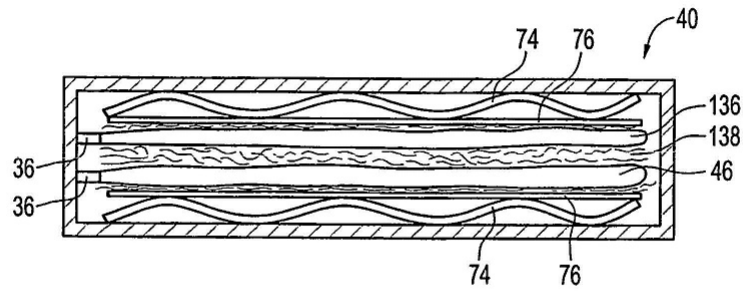


FIG. 6

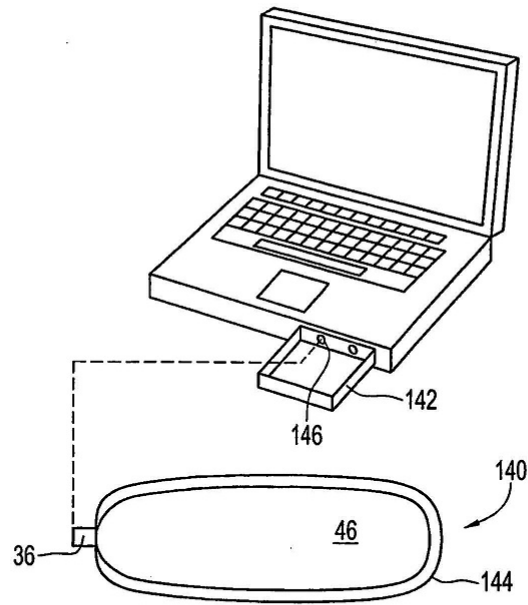


FIG. 7

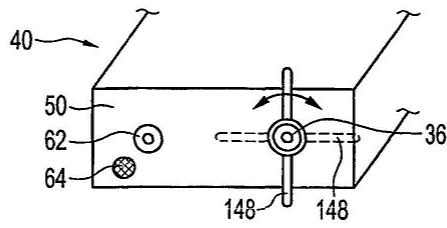


FIG. 8A

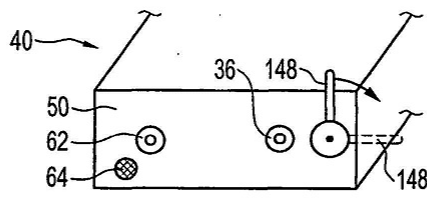


FIG. 8B

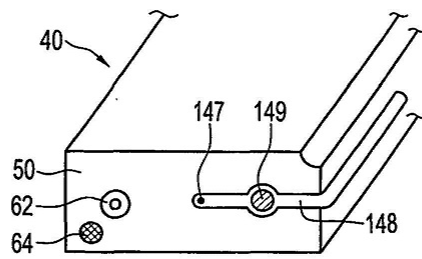


FIG. 8C

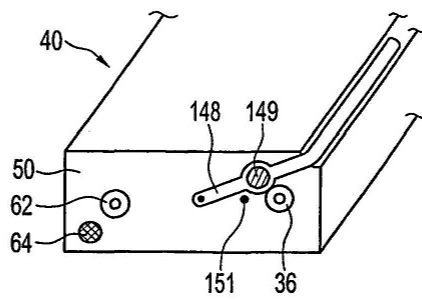
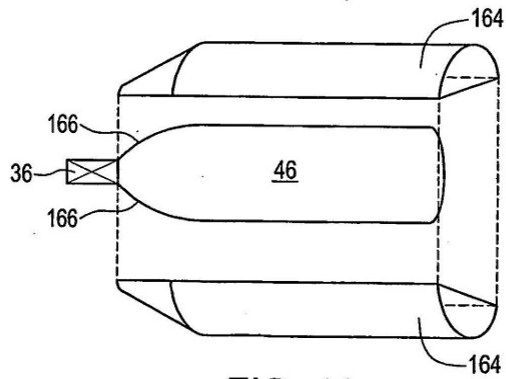
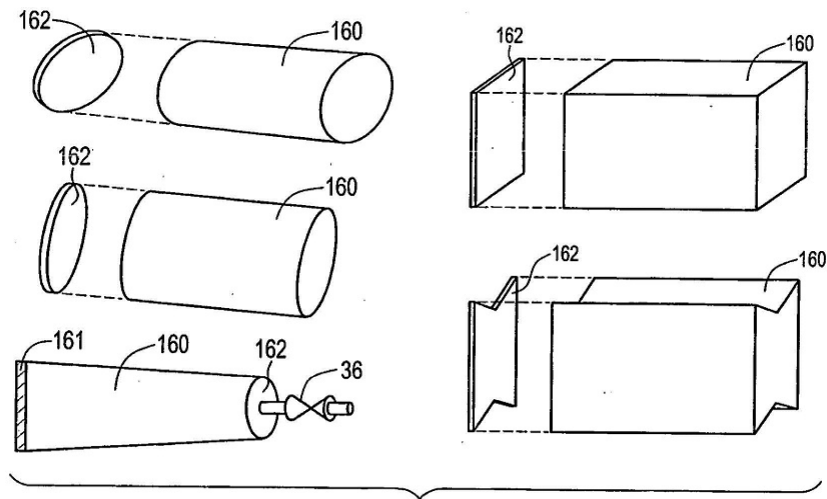


FIG. 8D



REFERENCIAS CITADAS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA

5 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es para comodidad del lector solamente. No forma parte del documento de la patente europea. Aun cuando se tuvo gran cuidado en cumplir las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la memoria descriptiva

- US 5992008 A [0005]
- US 5945231 A [0005]
- US 20030082427 A [0007]
- US 20030077493 A [0025]
- US 20030096150 A [0025]
- US 10629004 B [0028]
- US 10356793 B [0029]
- US 10629006 B [0030]