

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 575**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07104005 .9**

96 Fecha de presentación: **26.01.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1791209**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.05.2007**

54 Título: **CARTUCHO DE COMBUSTIBLE PARA PILAS DE COMBUSTIBLE.**

30 Prioridad:
31.01.2003 US 356793

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.03.2012

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

72 Inventor/es:
Adams, Paul

74 Agente/Representante:
López Marchena, Juan Luis

ES 2 376 575 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 combustible para pilas de combustible.

La presente invención se refiere en general a cartuchos de combustible para pilas de combustible, y más en particular a cartuchos de combustible desechables y rellenables. La presente invención se refiere también a

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las pilas de combustible son dispositivos que convierten directamente la energía química de reactivos, por ejemplo, combustible y oxidantes, 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 las baterías de iones de litio.

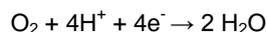
En general, las tecnologías de pilas de combustible incluyen una variedad de diferentes pilas de combustible, incluidas las pilas de combustible alcalino, pilas de combustible de electrolitos poliméricos, pilas de combustible de ácido fosfórico, pilas de combustible de carbonato fundido y pilas de combustible de óxido sólido. Las pilas más importantes actualmente pueden dividirse en tres categorías generales, a saber, las pilas de combustible que utilizan como combustible hidrógeno comprimido (H_2), pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (MIP), que utilizan como combustible metanol (CH_3OH) reformado en hidrógeno, y pilas de combustible de MIP que utilizan combustible de metanol (CH_3OH) directamente ("pilas de combustible de metanol directo" o PCMD). El hidrógeno comprimido normalmente se mantiene a alta presión, y en consecuencia es difícil de manipular. Además, por lo general se requieren depósitos de almacenamiento de gran tamaño, y no pueden hacerse lo suficientemente pequeños para los dispositivos electrónicos. Por otro lado, las pilas de combustible que utilizan reformados de metanol requieren reformadores y otros sistemas auxiliares y de vaporización, aumentándose así el tamaño y complejidad de las pilas de combustible basadas en metanol reformado. La PCMD es la pila de combustible más simple y potencialmente pequeña, y conserva la aplicación de energía más prometedora para dispositivos electrónicos dirigidos al consumo ordinario.

La PCMD para aplicaciones relativamente grandes comprende normalmente un ventilador o compresor para suministrar al electrodo cátodo un oxidante, normalmente aire u oxígeno, una bomba para suministrar una mezcla de agua y metanol al electrodo del cátodo, y un conjunto de membrana y electrodo (CME). El CME incluye normalmente 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 la reacción general para la pila de combustible, se describen del modo siguiente:

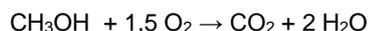
Reacción en el ánodo:



Reacción en el cátodo:



Reacción completa de la pila de combustible:



Debido a la migración de los iones de hidrógeno (H_+) a través de la MIP, del ánodo al cátodo, y debido a la incapacidad de los electrones libres (e^-) para pasar a través de la MIP, los electrones deben fluir a través de un circuito externo, lo que produce una corriente eléctrica a través del circuito externo. El circuito externo puede ser cualquier dispositivo electrónico útil para el consumo, por ejemplo teléfonos móviles, calculadoras, asistentes personales digitales y ordenadores portátiles, 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 de 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. El ánodo está realizado normalmente de 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.

Una de las características más importantes para la aplicación de la PCMD es el almacenamiento de combustible. Otra característica importante es la regulación del transporte de combustible fuera del cartucho de combustible, al CME. A fin de ser comercialmente útil, los sistemas de PCMD deben tener la capacidad de almacenar suficiente combustible para satisfacer el uso normal de los consumidores. Por ejemplo, para teléfonos móviles, para ordenadores portátiles pequeños y para asistentes personales digitales APD, las pilas de combustible deben

alimentar estos dispositivos durante al menos tanto tiempo como las baterías actuales, y preferentemente mucho más tiempo. Además, la PCMD deberá tener depósitos de combustible fácilmente sustituibles o rellenables, a fin de disminuir o eliminar la necesidad de largas recargas de las baterías recargables actuales.

5 La literatura de patentes no contiene descripción específica alguna de un depósito de combustible portátil no presurizado, ni del almacenamiento de combustible para pilas de combustible. La publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos número US 2002/0127451 A1 describe una pila compacta de combustible de MIP que almacena combustible de metanol en un depósito o depósitos circulares y verticales, y que ventila el subproducto de CO₂ de regreso al depósito, a fin de presurizarlo. Este depósito de combustible comprende una válvula de seguridad para prevenir la sobrepresurización del depósito, y una válvula de entrada de combustible para añadir combustible.
10 El depósito de combustible comprende una capa porosa para absorber, a modo de mecha, la mezcla de combustible de agua y metanol por acción capilar, al terminal del ánodo de la MIP. No obstante, esta capa porosa no puede permanecer en contacto con el combustible en posiciones distintas de la vertical ni en ligero ángulo de la vertical. Así pues, este depósito de combustible no puede utilizarse en todas las orientaciones.

15 De igual modo, la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos número 2001/0051293 A1 describe una estructura de absorción a modo de mecha, realizada de material absorbente en comunicación de fluidos con una reserva de combustible rellenable. La función de la estructura de absorción a modo de mecha es llevar combustible a la MIP por acción capilar en cantidades reguladas. No obstante, esta referencia no describe el procedimiento para regular el flujo de combustible, ni cómo la estructura de absorción a modo de mecha mantiene el contacto con el combustible cuando el nivel del mismo es inferior al total para que funcione la acción capilar.

20 La patente de los Estados Unidos número 6.326.097 B1 describe, entre otras cosas, ampollas de combustible que pueden rellenarse con materiales permeables al combustible que permiten que el combustible se comunique a través de acción capilar en cualquier orientación, con una aguja de combustible que debe absorberse hasta la MIP. Estas ampollas de combustible no pueden almacenar una cantidad suficiente de combustible, dado que para que la acción capilar funcione apropiadamente, el espacio entre los materiales permeables es necesariamente pequeño.
25 Así pues, los materiales permeables al combustible ocupan la mayoría del espacio de las ampollas, reduciendo así la capacidad de almacenamiento. Esta referencia describe también una bomba accionada manualmente, es decir, un área ondulada sobre las ampollas, para que el usuario bombee el combustible. Esta bomba es también poco práctica dado que requiere que el usuario bombee antes de que pueda suministrarse energía a los dispositivos electrónicos, y puede requerir que el usuario bombee continuamente la pila de combustible para mantener el flujo de combustible a la MIP. Además, cada acción de bombeo manual puede enviar un impulso brusco de combustible a la MIP, y provocar un impulso brusco indeseado en la salida eléctrica de la pila de combustible a los dispositivos electrónicos. Conviene señalar que la referencia '097 no proporciona ninguna enseñanza en cuanto a cómo el combustible indeseado absorbido por los materiales permeables puede transportarse a la MIP.

30 La publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos número 2002/0018925 A1 describe una cavidad en un dispositivo electrónico, donde se almacena un balón que contiene combustible o donde se almacena sólido absorbente con un contenido de combustible, para su uso en una pila de combustible. Igual que con la referencia '097, este material absorbente ocuparía la mayoría del espacio del depósito de combustible y retendría el combustible dentro de los materiales absorbentes, reduciendo así la capacidad efectiva de almacenamiento de combustible.

35 La patente de los Estados Unidos número 6.447.941 B1 describe una serie de capas horizontales permeables al combustible que están en contacto con un depósito de combustible, y el combustible se comunica por acción capilar desde el almacenamiento de combustible hasta las capas permeables al mismo. A continuación, el combustible se evapora en las capas de evaporación de combustible, antes de llegar al terminal del ánodo. Este depósito de combustible no tiene estructura interna alguna para ayudar al transporte de combustible.

40 La patente de los Estados Unidos número 6.460.733 B2 describe un contenedor de combustible de paredes múltiples que comprende un contenedor interior de combustible de metanol, dispuesto dentro de un contenedor exterior. El contenedor interior puede tener paredes rígidas o puede ser una vejiga distensible. El área impelente entre los dos contenedores comprende agentes o aditivos que neutralizan el combustible de metanol en caso de rotura, o antes de que se lo deseche. El combustible se alimenta mediante la gravedad a una reserva de combustible o directamente al electrodo del ánodo, o mediante una fuente de gas a presión situada dentro de la reserva exterior. Se proporciona una bomba externa para comunicar el combustible con la MIP.
45

50 Las patentes de los Estados Unidos números 5.709.961 y 6.268.077 B1 describen depósitos de combustible presurizado para comunicar el combustible con la pila de combustible.

55 La patente EP 1 280 219 A se refiere a una reserva de combustible líquido para pilas de combustible, que tienen una estructura de absorción a modo de mecha en un recipiente que define una cavidad. La estructura de absorción a modo de mecha de la reserva de combustible ocupa al menos las partes de extremo de la cavidad. La estructura de absorción a modo de mecha puede tener una configuración de tres lados, cuadrada o rectangular, o una configuración con la forma de las letras del alfabeto H, X, N, M, K o E.

El documento US 2002/076599 A1, documento D2, muestra una pila de metanol directo que incluye un sistema de control del agua y un procedimiento de fabricación del mismo. Una cámara de mezclado sirve para obtener una proporción adecuada de metanol y agua. El agua y el metanol entran en la cámara de mezclado a partir de tres fuentes, siendo éstas un depósito de metanol, un depósito de agua y una mezcla de agua y metanol, desde un canal de recirculación. El metanol se bombeará a una velocidad determinada, y el agua se añadirá tal como sea necesario, dependiendo de la eficiencia del sistema integrado de control del agua.

En consecuencia, sigue existiendo la necesidad de un dispositivo de combustible que posea una elevada capacidad de almacenamiento y no requiera una fuente presurizada para transportar el combustible a la MIP desde el dispositivo de almacenamiento.

10 RESUMEN DE LA INVENCION

Así pues, la presente invención tiene como objetivo un cartucho de combustible adaptado para su uso en una pila de combustible.

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

15 La presente invención tiene igualmente como objetivo un cartucho de combustible de un único uso, así como un cartucho de combustible rellenable.

La presente invención tiene también como objetivo cartuchos de combustible apilables, o cartuchos de combustible que tienen múltiples cámaras de combustible.

20 Un cartucho de combustible contiene combustible adecuado para su uso en una pila de combustible. El cartucho de combustible comprende una parte de espacio libre y un inserto de relleno. El inserto de relleno comprende un material absorbente que puede absorber a modo de mecha el combustible que se contiene dentro del cartucho, por acción capilar, y el inserto de relleno está prácticamente en contacto con el combustible en cualquier orientación del cartucho y con cualquier nivel de combustible. El inserto de combustible comprende preferentemente menos de un 67%, más preferentemente menos de un 50% e incluso más preferentemente menos de un 33% del volumen del cartucho.

25 El inserto de relleno comprende una columna de conexión y al menos dos discos. Los discos están preferentemente situados en los extremos de la columna de conexión. La columna de conexión y/o al menos un disco están cubiertos preferentemente por una película impermeable a los fluidos. El inserto de relleno comprende preferentemente un orificio de salida para que el combustible salga del cartucho. El orificio de salida puede estar realizado de material absorbente, o puede comprender una aguja capilar o un grupo de tubos capilares. Como alternativa, el inserto de relleno comprende una columna de conexión y una serie de dientes, y puede comprender también una serie de anillos, conectando los dientes la columna de conexión a los anillos.

30 El inserto de relleno comprende una envoltura que cubre al menos una parte de la superficie interior del cartucho y un orificio de salida. El inserto de relleno puede comprender también al menos un disco y/o una columna de conexión. La envoltura puede también cubrir toda la superficie interior del cartucho.

35 El material absorbente del inserto de relleno puede estar realizado de fibras poliméricas, tales como fibras de poliéster, polietileno, poliolefina, poliacetal o polipropileno, o fibras vegetales, tales como cáñamo, algodón, o acetato de celulosa.

40 El cartucho puede también comprender un orificio de venteo del aire y una válvula rellenable. El orificio de venteo del aire impide que se forme un vacío parcial dentro del cartucho, cuando se retira el combustible. El orificio de venteo del aire puede ser una válvula de aire o una abertura cubierta por una micro-membrana hidrofóbica. El orificio de venteo del aire puede también permitir que los vapores o los gases salgan del cartucho.

45 El cartucho de combustible va conectado funcionalmente a una bomba a fin de controlar el flujo de combustible del cartucho. La bomba es preferentemente una bomba de sistema microelectromecánico (SMEM). La bomba de SMEM puede ser bien una bomba inducida por campo o una bomba de desplazamiento por membrana. Una bomba inducida por campo tiene un campo eléctrico o campo magnético de CC o CA aplicado al combustible para bombear el mismo. Las bombas inducidas por campo adecuadas incluyen, pero sin que esto represente limitación alguna, la bomba electrohidrodinámica, bomba magnetohidrodinámica y la bomba electro-osmótica. La bomba electrohidrodinámica y la bomba electro-osmótica pueden utilizarse conjuntamente. La bomba de desplazamiento por membrana comprende una membrana a la cual se aplica una fuerza que provoca que la membrana se mueva o vibre para bombear el combustible. Las bombas de desplazamiento por membrana adecuadas incluyen, aunque sin que esto represente limitación alguna, la bomba electrostática y la bomba termoneumática. La bomba de SMEM controla la velocidad del flujo de combustible e invierte el flujo, e igualmente lo detiene.

55 Un cartucho de combustible que tiene combustible adecuado para su uso en una pila de combustible que comprende un inserto de relleno y una bomba de SMEM para controlar el flujo de combustible. El inserto de relleno

comprende un material absorbente capaz de absorber, a modo de mecha, combustible contenido dentro del cartucho, por acción capilar, donde el inserto de relleno está prácticamente en contacto con el combustible en cualquier orientación del cartucho y con cualquier nivel de combustible.

5 El cartucho de combustible comprende también una primera parte de espacio libre y una segunda parte de espacio, donde el inserto de relleno ocupa la segunda parte de espacio. El inserto de relleno comprende preferentemente menos de cerca del 67%, más preferentemente menos de cerca del 50%, e incluso más preferentemente cerca del 33% del volumen del cartucho.

10 El inserto de relleno puede tener cualquiera de las estructuras descritas anteriormente. El material absorbente del inserto de relleno puede estar realizado de fibras poliméricas o fibras vegetales. El cartucho puede comprender también un orificio de venteo del aire y una válvula rellenable. La bomba de SMEM puede ser una bomba inducida por campo o una bomba de desplazamiento por membrana, tal como se describe anteriormente.

15 Una realización preferida de la presente invención tiene como objetivo un cartucho de combustible que contiene combustible adecuado para su uso con una pila de combustible, donde el cartucho comprende una serie de cámaras. Cada cámara tiene una concentración predeterminada y diferente de combustible, y cada cámara comprende un inserto de relleno realizado de un material absorbente que tiene una capilaridad que absorbe a modo de mecha el combustible contenido dentro de la cámara, y donde el inserto de relleno está dispuesto en la cámara de manera que el inserto de relleno está prácticamente en contacto con el combustible en cualquier orientación de la cámara y en cualquier nivel de combustible. El cartucho de combustible está conectado a medios para controlar el flujo de líquido hacia fuera del cartucho.

20 Las concentraciones de combustible en las cámaras son preferentemente diferentes entre sí. La concentración de combustible varía de aproximadamente el 100% de combustible y 0% de agua, a aproximadamente el 0% de combustible y 100% de agua. Las cámaras pueden estar colocadas unidas por los lados o por los extremos.

25 Al menos una cámara comprende una primera parte de espacio libre y una segunda parte de espacio, donde el inserto de relleno ocupa la segunda parte de espacio. El inserto de relleno comprende preferentemente cerca del 67%, más preferentemente menos de cerca del 50% e incluso más preferentemente menos de cerca del 33% del volumen de la cámara.

30 De acuerdo con un aspecto de esta realización, el inserto de relleno puede tener cualquiera de las estructuras descritas anteriormente. El material absorbente del inserto de relleno puede estar realizado de fibras poliméricas o fibras vegetales. El cartucho puede comprender también un orificio de venteo del aire y una válvula rellenable. La bomba de SMEM puede ser una bomba inducida por campo o una bomba de desplazamiento por membrana, tal como se describe anteriormente. El combustible de cada cámara se bombea preferentemente a una velocidad distinta, y los combustibles de las cámaras se mezclan preferentemente después de ser bombeados desde las cámaras.

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 los mismos números de referencia se utilizan para indicar partes iguales en las diferentes vistas:

La presente invención se ilustra por medio de un ejemplo, que no se limita a las figuras adjuntas, en las cuales los mismos números indican elementos similares, y en donde:

La FIG. 1 es una vista frontal de un cartucho de combustible orientado en una posición arbitraria;

40 La FIG. 2 es una vista frontal del cartucho de combustible de la FIG. 1, orientado en otra posición arbitraria;

La FIG. 3(a) es una vista frontal de una realización preferida del inserto de relleno según la presente invención. Las FIGS. 3(b)-3(d) son diferentes vistas de otra realización preferida del inserto de relleno; y las FIGS 3(e)-3(g) son diferentes vistas de otra realización preferida del inserto de relleno;

45 La FIG. 4(a) es una vista frontal de un corte parcial de otra realización preferida del inserto de relleno según la presente invención; las FIGS 4(b) y 4(c) son diferentes vistas de otra realización preferida del inserto de relleno; y las FIGS 4(d) y 4(e) son vistas frontales de otras realizaciones preferidas del inserto de relleno;

Las FIGS 5(a), 5(b) y 6 son realizaciones alternativas del cartucho de combustible ilustrado en las FIGS. 1 y 2;

Las FIGS. 7(a)-7(b) son vistas esquemáticas de realizaciones alternativas de una bomba electro-osmótica que controla o regula el flujo de combustible de metanol y/o agua del cartucho o cartuchos de combustible al CME;

50 Las FIGS 8(a)-8(b) son vistas esquemáticas de la bomba electro-osmótica con polaridad inversa para detener el flujo de combustible, y estando eléctricamente aislada del cartucho de combustible, respectivamente;

La FIG. 9 es otra realización preferida del cartucho de combustible de la presente invención, omitiéndose los detalles para mayor claridad, que tiene una serie de cámaras de combustible;

5 La FIG. 10 es otra realización preferida del cartucho de combustible de la presente invención, omitiéndose los detalles para mayor claridad, que tiene una serie de cámaras de combustible conectadas esquemáticamente a un elemento optativo difusor/mezclador y al CME; y

La FIG. 11 es una realización alternativa del inserto de relleno ilustrado en las FIGS. 1 y 2, con una envoltura protectora.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

10 Tal como se ilustra en los dibujos adjuntos y se describe con más detalle a continuación, la presente invención tiene como objetivo un cartucho versátil de combustible para almacenar combustibles de pila de combustible, tales como metanol y agua, mezcla de metanol/agua, mezclas de metanol/agua de diferentes concentraciones, o metanol puro. El cartucho de combustible puede contener otros tipos de combustibles para pila de combustible, tales como etanol, y otros productos químicos que pueden mejorar el rendimiento o eficiencia de las pilas de combustible, y la presente invención no se limita a tipo alguno de combustibles o líquidos contenidos en el cartucho. Tal como se utiliza en la
 15 presente, el término “combustible” incluye todos los combustibles que pueden reaccionar en pilas de combustible, e incluye todos los combustibles, líquidos, y/o químicos convenientes indicados anteriormente, y mezclas de los mismos. La presente invención utiliza un inserto de relleno, que ocupa preferentemente una pequeña parte del volumen del cartucho de combustible, de modo que el cartucho de combustible puede contener más combustible para asegurar una larga vida del cartucho de combustible, y minimizar la retención de combustible en el cartucho al término de la vida útil del mismo. El inserto de relleno puede absorber a modo de mecha el combustible y transportarlo al CME. Además, el inserto de relleno permanece prácticamente en contacto físico con el combustible en cualquier orientación del cartucho de combustible y a cualquier nivel de combustible en el mismo.

20 Optativamente, el cartucho de combustible puede incluir también una bomba para iniciar, mantener y/o controlar el flujo de combustible de la reserva de combustible. La bomba puede también regular el flujo de combustible al CME para aumentar o disminuir la salida de corriente eléctrica desde el CME y, sobre todo, cortar el flujo de combustible cuando sea necesario. Como variante, puede utilizarse una válvula de corte para asegurar que se corta el flujo de combustible cuando se apaga el dispositivo o cuando se separa el cartucho del mismo. La bomba o bombas pueden también bombear selectivamente una mezcla de metanol/agua desde diferentes reservas que tienen distintas concentraciones de metanol.

30 La bomba está adaptada preferentemente para su uso con un bajo flujo de líquido, y está disponible preferentemente en pequeños tamaños para su uso con dispositivos electrónicos de consumo. La bomba tiene preferentemente un número mínimo de partes móviles o, más preferentemente, ninguna parte móvil a fin de minimizar la posibilidad de rotura. Las bombas adecuadas incluyen preferentemente bombas de sistemas microelectromecánicos (SMEM), tales como las que se utilizan para bombear tinta en impresoras de chorro de tinta o las utilizadas en los sistemas de administración de medicamentos, o las que se utilizan para enfriar chips de circuitos integrados, entre otras. Más específicamente, las bombas SMEM adecuadas incluyen bombas de flujo
 35 inducido por campo y bombas de desplazamiento por membrana. Las bombas inducidas por campo utilizan un campo eléctrico o magnético para producir el flujo. Una bomba adecuada inducida por campo es una bomba electro-osmótica, que puede mover el líquido en espacios pequeños, tales como espacios capilares, aplicando una potencia de corriente continua (CC) a al menos una parte de una columna capilar. La dirección del flujo de los fluidos en la columna capilar puede también invertirse o detenerse, invirtiéndose la dirección de la potencia de CC. Otras bombas adecuadas inducidas por campo incluyen, aunque sin que esto represente limitación alguna, bombas electrohidrodinámicas y bombas magnetohidrodinámicas. Las bombas de desplazamiento por membrana utilizan una fuerza, por ejemplo una carga eléctrica, aplicada a una membrana, que provoca que la membrana se mueva o vibre para impulsar el fluido que debe bombearse. Las bombas adecuadas de desplazamiento por membrana incluyen, aunque sin que esto represente limitación alguna, bombas electrostáticas y bombas termoneumáticas.

40 Tal como se ilustra en la FIG. 1, el cartucho de combustible 10 comprende una parte de espacio libre y una parte ocupada por el inserto de relleno 12. La parte de espacio libre indica que el espacio puede estar ocupado por combustible o gas cuando el nivel de combustible es inferior al completo, pero en cualquier caso, no ocupado por otras sustancias o materiales. El inserto 12 está realizado preferentemente de un material absorbente. Los materiales absorbentes adecuados incluyen, aunque sin que esto represente limitación alguna, esponjas y polímeros fibrosos tales como poliéster, polietileno, poliolefina, poliacetal, fibras de polipropileno, o fibras naturales tales como cáñamo, algodón, acetato de celulosa u otras fibras vegetales. Si se utilizan fibras poliméricas, estas fibras son preferentemente termofijas o termoplásticas con una elevada temperatura de ablandamiento o fusión a fin de resistir las potencialmente elevadas temperaturas internas que pueden existir dentro de las pilas de combustible o dentro de los dispositivos electrónicos. El inserto 12 comprende preferentemente dos bases o discos 14 y una columna de conexión 16. El inserto 12 ocupa preferentemente menos de cerca del 67% del volumen interno del cartucho 10, más preferentemente menos de cerca del 50% e incluso más preferentemente menos de cerca del
 55 33%, de modo que la parte del espacio libre y el volumen intersticial dentro del inserto 12 pueden utilizarse para

contener el combustible 20. Como variante, el inserto 12 puede ocupar todo el volumen interno del cartucho 10, preferentemente cuando el cartucho 10 se utiliza con una bomba de SMEM.

En la FIG. 1, el cartucho 10 se ilustra arbitrariamente en la posición horizontal para replicar un dispositivo electrónico, tal como una calculadora o APD, que se esté utilizando. En esta posición, el combustible líquido 20, que se ilustra como parcialmente vacío, puede establecer contacto con el inserto de relleno 12, de modo que el combustible 20 puede estar comunicado con el inserto 12 en puntos de contacto 22 para absorber a modo mecha hacia el CME. El combustible es entonces transportado fuera del cartucho 10 a través del orificio de salida 24. El orificio de salida 24 puede contener el mismo material de carga que el inserto 12, de modo que el combustible 20 pueda ser continuamente absorbido a modo de mecha fuera del cartucho 10. Como variante, el orificio de salida 24 puede comprender una única aguja capilar o un grupo de tubos capilares. Más preferentemente, el orificio de salida 24 comprende un material más adecuado, seleccionándose la columna para optimizar el flujo desde el cartucho, y controlar el mismo. Por ejemplo, si se utiliza una bomba electro-osmótica, el orificio de salida 24 comprende preferentemente tubos capilares o gránulos de vidrio o de sílice fundida.

Tal como se ilustra en la FIG. 2, el cartucho 10 puede colocarse también arbitrariamente en cualquier ángulo inclinado y el combustible 20 mantendría prácticamente su contacto con el inserto de relleno 12 en un punto o puntos de contacto 22. De igual modo, cuando el cartucho 10 está colocado verticalmente, de modo que el orificio de salida 24 está colocado arriba o abajo, el combustible restante en el cartucho 10 mantiene prácticamente contacto con el disco 14 del inserto de relleno 12.

Como variante, tal como se ilustra en la FIG. 3(a), el inserto de relleno 12 puede comprender un disco o discos adicionales 26 colocados entre los discos 14. El disco 26 puede tener cualquier orientación, incluida, aunque sin que esto represente limitación alguna, en paralelo a los discos 14. El disco 26 puede estar colocado diagonalmente entre los discos 14. Para un soporte estructural adicional, la columna de conexión 16 puede estar cubierta por una película fina de plástico 25, tal como se ilustra en la FIG. 11. Dicha película mejora convenientemente el flujo de líquido a través del inserto 12, impidiendo que el aire u otros gases entren en el material de carga. Como variante, la fina película de plástico 25 puede también cubrir al menos parcialmente el disco 14, 26, y pueden proporcionarse cierres 27 donde la película que cubre la columna 14 se cruza con la película que cubre el disco 14, 26.

La FIG. 3(b) ilustra otra variación del inserto de relleno 12, que comprende la columna 16 y una serie de dientes 28. La FIG. 3(c) es una vista en sección transversal de la FIG. 3(b) que ilustra un recorrido preferido del flujo de combustible dentro del inserto. Los dientes 28 pueden estar alineados en línea recta tal como se ilustra en las FIGS. 3(b) y 3(c) o pueden estar no alineados tal como se ilustra en la FIG. 3(d). La FIG. 3(e) ilustra otra variación del inserto de relleno 12, que comprende la columna 16, los dientes 28 y los anillos 29. La FIG. 3(f) es una vista en sección transversal de la FIG. 3(e) y muestra un recorrido preferido del flujo de combustible dentro del inserto. La FIG. 3(g) es una vista en planta de la FIG. 3(e). Los dientes 28 pueden estar también alineados o no.

El inserto de relleno 12 puede comprender el orificio de salida 24, los discos 14 y una envoltura 31. Para

mayor claridad, la FIG. 4(a) se ilustra con una parte de la envoltura 31 retirada. Dado que la envoltura 31 y los discos 14 cubrirían toda la superficie interior del cartucho 10, el combustible 20 permanecería siempre en contacto con el inserto 12 a cualquier nivel del combustible y en cualquier orientación del cartucho. Es importante observar que no es necesario que la envoltura 31 y los discos 14 cubran completamente la superficie interior del cartucho 10 para que el combustible 20 se mantenga prácticamente en contacto con el inserto 12. Por ejemplo, tal como se ilustra en las FIGS. 4(d) y 4(e), la envoltura 31 puede tener forma de espiral o puede comprender una serie de tiras alejadas entre sí, respectivamente, y cubrir parcialmente la superficie interior del cartucho. Tal como se ilustra en las FIGS. 4(d) y 4(e), el inserto 12 puede tener también un orificio de salida 24 y un disco 14. Como variante, puede tener también un segundo disco 14 y una columna de conexión 16. Además, tal como se ilustra en la FIG. 4(b), el inserto de relleno 12 comprende el orificio de salida 24, la columna 16, el disco 14 y la envoltura 31, conectados en serie de la manera que se ilustra. La FIG. 4(c) es una vista en sección transversal de la FIG. 4(b) que ilustra el recorrido preferido del flujo de combustible dentro del inserto.

El inserto de relleno 12 puede utilizarse convenientemente con otros cartuchos, tal como el cartucho 30, que tiene superficies exteriores con curvaturas variadas, por ejemplo, el cartucho en forma de reloj de arena que se ilustra en la FIG. 5(a) o el cartucho con forma de botella que se ilustra en la FIG. 5(b). Tal como se ilustra, el inserto de relleno que aparece en las FIGS. 1-2 se utiliza con el cartucho 30 de la FIG. 5(a) y el inserto de relleno que se muestra en las FIGS. 4(b)-4(c) aparece con el cartucho 30 de la FIG. 5(b). Los discos 14 y/o los anillos 29 pueden también modificarse a otras formas, tales como discos hexagonales 34, para ser utilizados en el cartucho 32 que se ilustra en la FIG. 6. Así pues, tal como se utiliza en el presente, el término "disco" o "anillo" no se limita a una forma en particular e incluye formas circulares y no circulares, así como formas regulares e irregulares.

A medida que se retira el combustible del cartucho 10, 30 o 32, dentro del cartucho puede crearse un vacío parcial. Este vacío parcial tiende a forzar el combustible de regreso al cartucho o puede llevar agua de la reacción de la pila de combustible hacia el interior del cartucho. Este efecto puede actuar contra el efecto capilar del inserto de relleno 12 para extraer combustible fuera del cartucho. Para superar este efecto, cuando el dispositivo electrónico del consumidor no está en uso puede permitirse que el aire o Co₂ producido por la reacción de la pila de combustible

fluya al interior del cartucho a través del orificio de salida 24, a fin de eliminar el vacío parcial. En aplicaciones donde el orificio de salida 24 está conectado de manera estanca al CME o cuando la pila de combustible se utiliza continuamente durante un largo período de tiempo, puede proporcionarse un orificio de venteo 36 a fin de permitir que el aire entre al cartucho para igualar la presión interna del cartucho con la presión externa. El orificio de venteo 36, ilustrado esquemáticamente en la FIG. 6, puede ser una válvula de un sentido que permite únicamente la entrada del aire, pero no permite la salida del combustible ni otros líquidos. Como variante, el orificio de venteo 36 es una abertura cubierta por una membrana hidrofóbica, de modo que el metanol, el agua, u otros líquidos no puedan traspasarla, pero se permite que el aire entre en el cartucho. Las membranas hidrofóbicas pueden estar realizadas de politetrafluoroetileno (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. Además, puede proporcionarse una válvula de carga 38 para añadir combustible a los cartuchos 10, 30 y 32 cuando sea necesario. Es importante observar que aunque el orificio de venteo 36 y la válvula 38 se ilustran en relación con la FIG. 6, estos dispositivos son aplicables a todas las realizaciones de cartucho que se ilustran y reivindican en la presente.

A fin de asegurar que se regula el flujo de combustible del orificio de salida 24 del cartucho de combustible al CME, se proporciona una bomba optativa. Puede utilizarse cualquier bomba a condición de que el combustible pueda bombearse desde el cartucho de modo regular. La bomba es preferentemente una bomba de SMEM a fin de minimizar el tamaño de la misma. La bomba electro-osmótica es una de las bombas de SMEM que pueden utilizarse en la presente invención. Tal como se ilustra en las FIGS. 7(a)-7(c), se proporciona una bomba electro-osmótica 39. La bomba electro-osmótica 39 no contiene partes en movimiento y puede mover los fluidos a través de espacios estrechos. La bomba electro-osmótica puede impulsar convenientemente fluido con baja conductividad. Cuando se aplica un potencial de CC a través de un medio poroso, se crea un flujo electro-osmótico. El líquido existente en el medio poroso es impulsado desde el ánodo o electrodo positivo hasta el cátodo o electrodo negativo, cuando es expuesto al campo eléctrico de CC. La bomba electro-osmótica es particularmente útil en micro-canales, tales como los que se encuentran dentro del inserto de relleno 12 o el orificio de salida 24, y en flujo lento y controlado, lo que es muy útil en la PCMD. El flujo electro-osmótico se describe en detalle en la patente de los EE.UU. número 3.923.426 titulada "Bomba Electro-osmótica y Dispensador de Fluidos que incluye la Misma", concedida el 2 de diciembre de 1975, en "Bombas de Flujo Electro-osmótico con Fritas de Polímero" por S. Zeng, C. Chen, J. Santiago, J. Chen, R. Zare, J. Tripp, F. Svec y J. Frechet, publicada en Sensors and Actuators B Chemical Journal, tomo 82, páginas 209-212 (2002), y en "Bomba Electro-Osmótica de Rápida Velocidad de Flujo con Microporos", por S. Yao, D. Huber, J. Mikkelsen y J. Santiago, actas de IMECE, 2001 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 11-16 de noviembre, Nueva York, NY, entre otras referencias. Estas referencias se incorporan a la presente en su totalidad mediante esta referencia.

Tal como se ilustra en la FIG. 7(a), a fin de asegurar que se regula el flujo de combustible que sale del cartucho 10, puede aplicarse una potencia de CC a través de todo el inserto 12. Más preferentemente, se aplica una potencia de CC únicamente al orificio de salida 24, dado que se requiere menos tensión y, una vez que el combustible comienza a fluir a través del orificio de salida 24, se transfiere el impulso al combustible restante a través de la interacción viscosa. La batería 40 se selecciona a fin de que posea la potencia necesaria para inducir el flujo de combustible. Tal como se ilustra en la FIG. 7(c), pueden apilarse en serie una o más baterías 40 para aumentar la potencia de CC aplicada. Como variante, puede utilizarse un convertidor de CC-CC para aumentar la salida de potencia de CC. El convertidor CC-CC convierte la baja tensión de CC a tensión de corriente alterna (CA) (o a impulsos eléctricos), y después transforma la CA de baja tensión en CA de alta tensión antes de reconvertirla a tensión de CC. Los convertidores están disponibles convenientemente en tamaños pequeños. Cuando se ha agotado el combustible almacenado en el espacio libre del cartucho de combustible, la bomba electro-osmótica 39 puede bombear el combustible fuera del inserto 12 para hacer que pueda utilizarse la mayor parte de este combustible. A fin de minimizar el consumo de la batería 40, el potencial eléctrico de la pila de combustible puede utilizarse para alimentar el flujo electro-osmótico una vez que la pila de combustible está funcionando. Preferentemente se proporciona el controlador 42 a fin de controlar la potencia y/o invertir la polaridad de la batería 40.

La batería 40 puede ser recargable de modo que la corriente de la pila de combustible, cuando está en funcionamiento, pueda recargar la batería 40. La batería 40 puede recargarse continuamente de modo ventajoso para prolongar la vida de la batería, y el consumidor puede no ser consciente de que se está utilizando una batería dentro de la pila de combustible. Puede proporcionarse una bomba manual 44, tal como una bomba de aire accionada manualmente, a fin de bombear el combustible para activar el CME cuando se agota la batería 40, o después de un largo periodo de inactividad se drene el combustible desde el orificio de salida 24 o de la mayor parte del inserto 12, o cuando se bloquea el espacio capilar.

Otra ventaja de la bomba electro-osmótica 39 es que cuando es necesario cortar el CME, el controlador/inversor 42 puede invertir la polaridad de la batería 40 de modo que se obligue al combustible a fluir alejándose del CME para detener la reacción de la pila de combustible y desconectar el circuito eléctrico, tal como se ilustra en la FIG. 8(a). Como variante, puede proporcionarse una válvula de cierre 45, tal como se ilustra en la FIG. 6, a fin de aislar el combustible del CME. La válvula de cierre 45 pueden también ayudar a prevenir la descarga inintencionada del combustible del cartucho de combustible, cuando se separa el cartucho del dispositivo electrónico. La válvula de cierre puede colocarse por encima o por debajo de la válvula de relleno 38. La válvula de cierre 45 puede ser una

válvula normalmente abierta o una válvula normalmente cerrada, tal como se describe en la patente de los Estados Unidos de propiedad común 5.520.197. La patente '197 se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia.

5 Después de que se detiene la producción eléctrica de la pila de combustible, se abre un conmutador manual o electrónico 44 para retirar cualquier potencial de CC a través del inserto de relleno 12 u orificio de salida 24. Por ejemplo, el controlador 42 puede conectarse operativamente al conmutador de conexión/desconexión del dispositivo electrónico de consumo, de modo que cuando se enciende el dispositivo, se aplica un potencial de CC a través del inserto 12 o el orificio de salida 24. Cuando se apaga el dispositivo, se invierte el potencial de CC y después se desconecta. El controlador 42 puede también controlar la velocidad del flujo de combustible del cartucho de combustible, variándose el potencial de CC aplicado. A continuación se describe un procedimiento para variar el potencial de CC.

10 La batería 40 y el controlador/inversor 42 pueden estar situados en el cartucho de combustible, preferentemente cuando el cartucho es rellenable, o pueden estar situados en la pila de combustible de modo que puedan reducirse los costes para fabricar los cartuchos de combustible a fin de hacer que el cartucho de combustible sea desechable después de un único uso.

15 De acuerdo con un aspecto de la invención, el cartucho de combustible 10 puede comprender dos o más cámaras. Tal como se ilustra en la FIG. 9, el cartucho de combustible 10 puede tener cámaras 46 y 48, y una cámara está situada sobre la otra cámara. Preferentemente, una contiene metanol y la otra contiene agua. En cada cámara se incluye un inserto de relleno. En la realización que se ilustra en la FIG. 9, la columna de conexión 50 de la cámara 48 se dispone concéntricamente en el interior, conectando la columna 52 de la cámara 46. La columna 50 está preferentemente aislada de la columna 52 por una película estanca. Como se ilustra, cada columna está conectada a discos para asegurar que el líquido que se contiene en las mismas sea absorbido a modo de mecha de las cámaras. Como variante, las cámaras pueden colocarse unidas por los lados, tal como las cámaras 54 y 56 ilustradas en la FIG. 10. Cada cámara 54, 56 contiene un inserto de relleno que comprende una columna de conexión 58, 50, respectivamente, y discos para absorber a modo de mecha los líquidos fuera de las cámaras. En las realizaciones que aparecen en las FIGS. 9 y 10, es necesario combinar o mezclar las corrientes de metanol y de agua antes de que lleguen al CME. Los líquidos se mezclan preferentemente en el difusor o zona de mezclado 62. La zona 62 se llena preferentemente con el mismo material de carga que el inserto 12 para difundir la mezcla de combustible por acción capilar antes de alcanzar el CME. Además, aguas arriba del difusor o zona de mezclado 62 puede proporcionarse una cámara de premezclado, de modo que los líquidos puedan mezclarse en profundidad antes de llegar al difusor 62.

20 Diferentes pilas de combustible pueden requerir diferentes concentraciones de metanol con agua en la mezcla de combustible para el funcionamiento. Esto puede realizarlo la bomba electro-osmótica ilustrada esquemáticamente en la FIG. 7(c). El mismo potencial de CC puede aplicarse a las cámaras 46, 48 o 54, 56. Debido a la diferente viscosidad y tensiones superficiales del metanol y el agua, la velocidad de flujo del metanol y el agua puede ser diferente. El controlador/inversor 42 puede tener múltiples salidas, y cada salida puede tener diferente tensión para regular los flujos que salen de las cámaras. Como variante, en una realización preferida, cada salida puede tener un resistor variable 64 para ajustar la tensión de salida tal como se ilustra en la FIG. 7(b). Como variante, el resistor variable puede estar situado en serie con la cámara para ajustar la tensión aplicada a la cámara, tal como se ilustra en la FIG. 7(c).

25 Como variante, las cámaras 46, 48 o 54, 56 pueden contener mezclas de combustible de diferentes concentraciones o composiciones, y la bomba electro-osmótica 39 puede bombear selectivamente la mezcla de combustible hacia fuera de una u otra cámara, dependiendo de los requisitos de consumo de energía. Esto puede realizarse aumentando la resistencia del resistor 64 conectado a la cámara que no se necesita, de modo que sea significativamente superior a la impedancia o resistencia del inserto de relleno de la cámara. Cuando la resistencia del resistor 64 es lo suficientemente elevada, el potencial de CC a través del inserto de relleno es significativamente pequeño, deteniendo así efectivamente el flujo de la cámara que no se necesita, y permitiendo únicamente que el flujo venga de la cámara seleccionada. Las mezclas de combustible de las dos o más cámaras pueden mezclarse entre sí antes de alcanzar el CME, tal como se explicó anteriormente. Como variante, cada cámara puede tener su propia bomba para regular o controlar el flujo de combustible de la misma.

30 De acuerdo con otras realizaciones de la invención, en los cartuchos de combustible 10, 30, 32 u otros cartuchos de combustible pueden utilizarse otras bombas. Como se indicó anteriormente, otras bombas adecuadas incluyen, aunque sin que esto represente limitación alguna, bombas inducidas por campo, tales como bombas electrohidrodinámicas y bombas magnetohidrodinámicas. Otras bombas adecuadas incluyen bombas de desplazamiento por membrana, tales como bombas electrostáticas y bombas termoneumáticas.

35 Una bomba electrohidrodinámica aplica un campo de tensión de CA a un fluido que debe bombearse. Un ejemplo de bomba electrohidrodinámica se describe en la patente de los EE.UU número 4.316.233 titulada "Bomba Electrohidrodinámica de Fase Única", concedida el 16 de febrero de 1982. La patente '233 se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia. Una bomba electrohidrodinámica funciona generalmente por las

fuerzas de atracción y repulsión ejercidas sobre el fluido por un campo eléctrico a través de la reacción Coulombiana. Dado que el campo eléctrico actúa sobre el fluido y no a través de la presión mecánica, la presión interna dentro del fluido no aumenta significativamente debido al bombeo. Una bomba electrohidrodinámica es particularmente adecuada para líquidos con baja conductividad eléctrica. Tal como se describe e ilustra en las figuras de la patente '233, una carga de CA se aplica a un conducto de flujo, caracterizado porque el conducto de flujo comprende una serie de proyecciones internas de material semiaislado que cuelgan de la pared del conducto. Este conducto de flujo puede ser convenientemente el orificio de salida 24 del inserto de relleno 12. Las proyecciones se realizan de diferentes materiales que tienen distintos tiempos de relajación, de modo que la carga eléctrica para cada proyección alcance su pico en diferentes momentos. Esto crea un campo eléctrico de CA en el fluido. Por ejemplo, si la carga de CA es una tensión sinusoidal, las tensiones en las puntas de las proyecciones provocan que un campo eléctrico sinusoidal bombee el fluido en una dirección deseada. Como variante, las proyecciones pueden estar realizadas de los mismos materiales pero tener diferentes dimensiones para tener diferentes tiempos de relajación. Las proyecciones pueden estar alejadas entre sí o colocadas unas juntas a las otras. Las proyecciones pueden tener también cualesquiera formas geométricas.

Se sabe que el flujo electrohidrodinámico puede utilizarse en combinación con el flujo electro-osmótico para bombear el fluido, y también se ha descrito que las bombas electrohidrodinámicas y electro-osmóticas pueden utilizarse conjuntamente para bombear metanol y etanol a través de tubos capilares.

Por otro lado, una bomba magnetohidrodinámica aplica un campo magnético a un fluido de trabajo para mover el fluido de trabajo en cualquier dirección deseada. Puede invertirse el flujo de fluido de trabajo invirtiéndose el campo magnético. Un ejemplo de una bomba electrohidrodinámica se describe en la patente de los Estados Unidos número 6.241.480 titulada "Bomba Micro-magnetohidrodinámica y Procedimiento para el Funcionamiento de la Misma," concedida el 5 de junio de 2001. La patente '480 se incorpora en su totalidad a la presente mediante esta referencia. Cualquier líquido conductor puede ser el fluido de trabajo, El fluido de trabajo es preferentemente un metal líquido de elevada viscosidad, tal como aleaciones de mercurio o galio. En una realización preferida, la bomba magnetohidrodinámica comprende una cámara que tiene una entrada y una salida con una masa del metal líquido actuando como pistón. Un campo magnético generado por imán permanente, electroimán o una serie de inductores magnéticos en espiral se aplica al fluido de trabajo para mover dicho fluido lejos de la entrada a fin de extraer el fluido que debe bombearse al interior de la cámara. El campo magnético se invierte a continuación para bombear el fluido al exterior de la cámara, a través de la salida. La bomba electrohidrodinámica puede tener una cámara adicional para retener el líquido que debe bombearse. Tanto la entrada como la salida tienen preferentemente una válvula de verificación para controlar el flujo del fluido que debe bombearse. La entrada está preferentemente en comunicación de fluidos con el orificio de salida 24 y la salida está preferentemente en comunicación de fluidos con el CME para transportar el fluido al mismo.

Una bomba electrostática es una bomba de desplazamiento por membrana, que es diferente a las bombas inducidas por campo descritas anteriormente. En lugar de aplicar un campo eléctrico o magnético (o ambos) a un fluido y bombear el mismo, una bomba de desplazamiento por membrana incluye normalmente una membrana o diafragma y una fuerza aplicada a la membrana o diafragma para bombear el fluido. En una bomba electrostática, se aplica un potencial eléctrico a una membrana o diafragma, provocándose que la membrana o diafragma se muevan o vibren para bombear el fluido. Una bomba electrostática se describe en la patente de los Estados Unidos número 6.485.273 titulada "Dispositivos de Bombeo Electroestático de SMEM Distribuidos", concedida el 26 de noviembre de 2002. La patente '273 describe, entre otras cosas, una bomba de SMEM, que tiene una membrana móvil fijada en

voladizo a un sustrato. La membrana está inclinada en el extremo libre alejado del sustrato. Cuando se aplica una tensión electrostática a través de un primer electrodo de la membrana móvil y un segundo electrodo del sustrato, la membrana móvil se mueve hacia el sustrato. Dicho movimiento bombea cualquier fluido que debe bombearse situado entre el extremo libre de la membrana móvil y el sustrato. Cuando se retira la fuerza electrostática, la membrana móvil es empujada a su posición original. Este ciclo puede repetirse para bombear continuamente el fluido. Otra bomba electrostática se describe en la patente de los Estados Unidos número 5.336.062 titulada "Bomba Microminiaturizada", concedida el 9 de agosto de 1994. La patente '062 describe, entre otras cosas, una bomba electrostática que tiene al menos una membrana. Cuando se aplica la tensión de CA a la membrana a través de su contacto "ohmico", la membrana vibra para bombear el fluido. La patente '062 describe también una realización de dos membranas, en la que se aplican a las membranas dos tensiones de CA que tienen diferentes fases y tensiones, de modo que las membranas puedan vibrar en fase opuesta entre sí para bombear el fluido. La descripción de la patente '273 y '062 se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia.

Una membrana termoneumática es otra bomba de desplazamiento por membrana. En esta bomba un elemento de calentamiento, por ejemplo, un elemento de calentamiento por resistencia, se dispone en una cámara a presión y ésta se conecta operativamente a la membrana. Dentro de la membrana se encuentra una cantidad gas de trabajo o líquido de trabajo que se expande cuando se calienta. Líquidos adecuados de trabajo incluyen líquidos de hidrocarburos fluorados disponibles en 3M. Dicha expansión térmica genera una fuerza contra la membrana y hace que se mueva. El movimiento de la membrana impulsa el fluido que debe bombearse. Una reducción en la temperatura del gas o líquido de trabajo encierra la membrana. La bomba termoneumática y otras microbombas de desplazamiento por membrana se describen en la patente de los Estados Unidos número

6.069.392, titulada "Actuator Microbellows", concedida el 4 de diciembre de 2001. Estas publicaciones se incorporan en su totalidad a la presente mediante esta referencia.

5 Los cartuchos de combustible 10, 30, 32 descritos anteriormente pueden utilizarse con PCMD, o pueden incorporarse con un reformado para convertir el metanol en hidrógeno, a fin de ser utilizado con pilas de combustible de reformado de metanol.

Aunque es evidente que las realizaciones ilustrativas de la invención que se describen en la presente cumplen los objetivos de la misma, se entiende que las personas entendidas en la técnica pueden desarrollar numerosas modificaciones y otras realizaciones.

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 20020127451 A1 [0007]
- US 20010051293 A1 [0008]
- US 6326097 B1 [0009]
- US 20020018925 A1 [0010]
- US 6447941 B1 [0011]
- US 6460733 B2 [0012]
- US 5709961 A [0013]
- US 6268077 B1 [0013]
- EP 1280219 A [0014]
- US 2002076599 A1 [0015]
- US3923426 A [0046]
- US 5520197 A [0049]
- US 4316233 A [0056]
- US6241480 B [0058]
- US 6485273 B [0059]
- US 5336062 A [0059]
- US 6069392 A [0060]
- US 6326211 B [0060]

Bibliografía no de patente citada en la descripción

10 • **S. ZENG, C. CHEN, J. SANTIAGO, J. CHEN, R. ZARE, J. TRIPP, F. SVEC Y J. FRECHET.** “Bombas de Flujo Electro-osmótico con Fritas de Polímero”, publicada en *Sensors and Actuators B Chemical Journal*, tomo 82, páginas 209-212 (2002), [0046]

• “Bomba Electro-Osmótica de Rápida Velocidad de Flujo con Microporos”. **S. YAO, D. HUBER, J. MIKKELSEN Y J. SANTIAGO**, 2001 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 11 de noviembre de 2001 [0046]

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cartucho de combustible que contiene combustible líquido adecuado para su uso en una pila de combustible. Dicho cartucho de combustible comprende una serie de cámaras, caracterizado porque cada cámara tiene una concentración predeterminada y diferente de combustible, y porque cada cámara comprende un inserto de relleno hecho de un material absorbente que posee una capilaridad que absorbe, a modo de mecha, el combustible contenido dentro de la cámara. El inserto de relleno está dispuesto en la cámara de modo que se mantenga en contacto con el combustible sean cuales fueren la orientación de la cámara y el nivel de combustible. El cartucho de combustible está conectado a un medio para controlar el flujo de combustible líquido que sale del cartucho.
- 10 2. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios para controlar el flujo de combustible líquido comprenden una película impermeable a los fluidos que cubre al menos parte de uno de los insertos de relleno.
3. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios para controlar el flujo de combustible líquido comprenden una bomba.
- 15 4. Cartucho de combustible según la reivindicación 3, caracterizado porque la bomba es una bomba micro-electromecánica.
5. Cartucho de combustible según la reivindicación 4, caracterizado porque la bomba micro-electromecánica comprende al menos una de las bombas siguientes:
- 20 i. una bomba inducida por campo;
- ii. una bomba inducida por campo eléctrico;
- iii. una bomba inducida por campo magnético;
- iv. una bomba electrohidrodinámica;
- v. una combinación de bomba electrohidrodinámica y de bomba electro-osmótica;
- vi. una bomba magnetohidrodinámica;
- 25 vii. una bomba electro-osmótica;
- viii. una bomba de desplazamiento por membrana;
- ix. una bomba micro-electromecánica con una membrana, y una fuerza aplicada a la membrana que hace que esta última se mueva para bombear el combustible;
- x. una bomba electrostática; o
- 30 xi. una bomba termoneumática.
6. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un inserto de relleno comprende como mínimo uno de los siguientes:
- 35 i. una columna de conexión y al menos dos discos;
- ii. un recubrimiento que cubre al menos una parte de la superficie interior del cartucho;
- iii. un orificio de salida;
- iv. un orificio de salida que tiene al menos dos materiales absorbentes;
- v. una columna de conexión y una serie de dientes conectados a una columna; o
- vi. una columna de conexión y una serie de dientes conectados a una columna, caracterizado porque al menos un anillo va conectado a algunos de los dientes.
- 40 7. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque el material absorbente está realizado con fibras poliméricas o fibras vegetales.
8. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque el cartucho comprende también un orificio de venteo.

9. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque el cartucho comprende además una válvula rellenable.
- 5 10. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque la concentración de combustible varía de alrededor del 100% de combustible líquido y el 0% de agua hasta aproximadamente 0% de combustible y 100% de agua.
11. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque el combustible líquido comprende metanol.
12. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque las cámaras están dispuestas unidas por los lados o por los extremos.
- 10 13. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además una válvula de cierre.
14. Cartucho de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque la bomba es una bomba reversible.

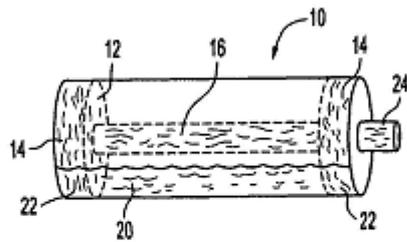


FIG. 1

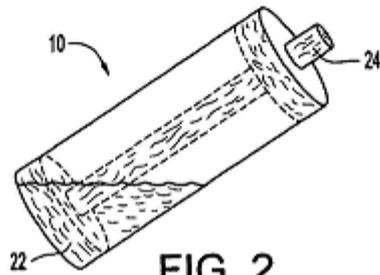


FIG. 2

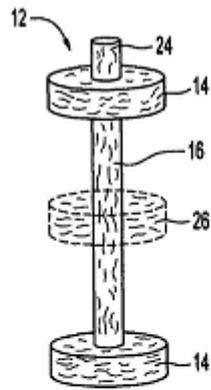


FIG. 3(a)

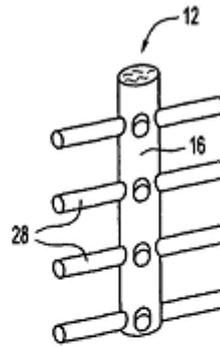


FIG. 3(b)

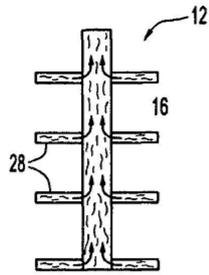


FIG. 3(c)

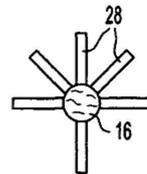


FIG. 3(d)

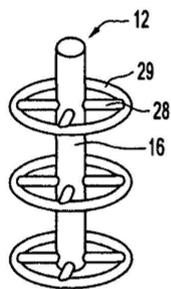


FIG. 3(e)

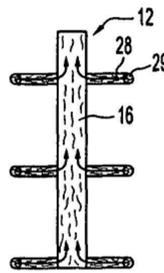


FIG. 3(f)

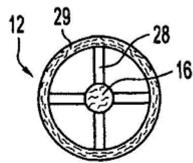


FIG. 3(g)

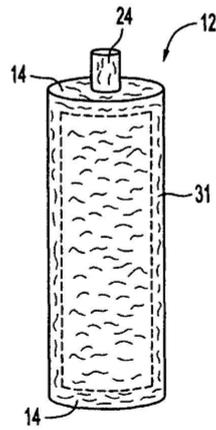


FIG. 4(a)

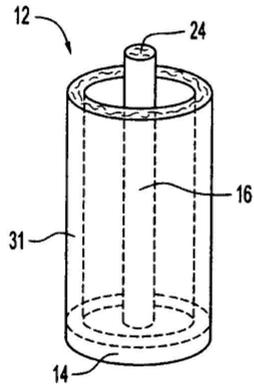


FIG. 4(b)

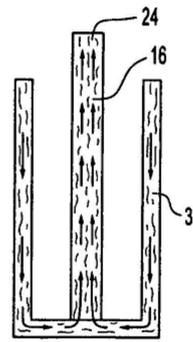


FIG. 4(c)

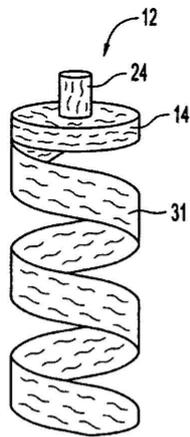


FIG. 4(d)

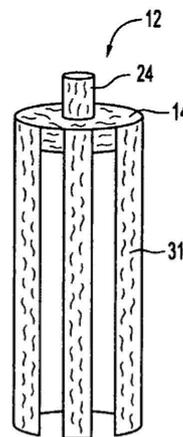


FIG. 4(e)

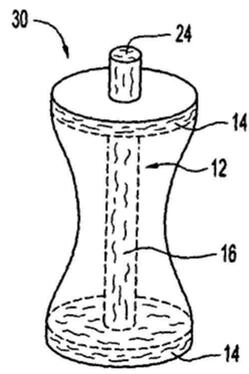


FIG. 5(a)

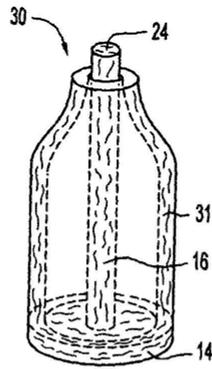


FIG. 5(b)

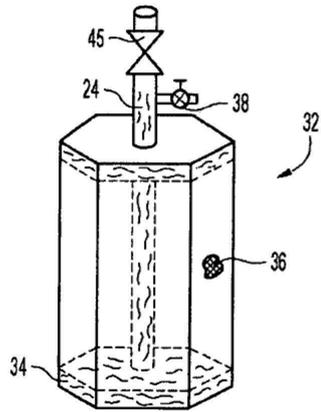


FIG. 6

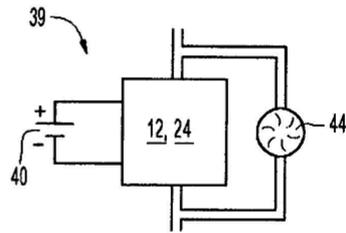


FIG. 7(a)

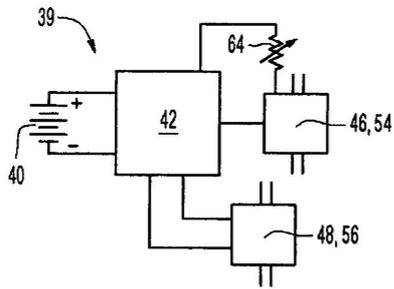


FIG. 7(c)

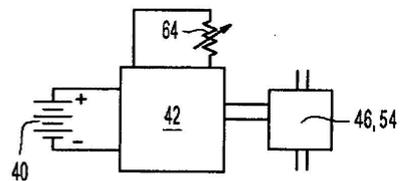


FIG. 7(b)

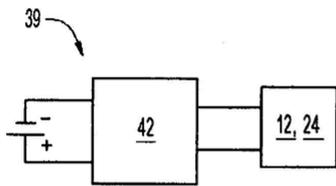


FIG. 8(a)

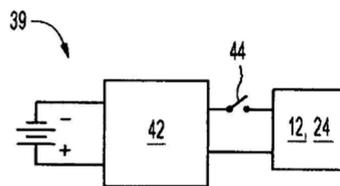


FIG. 8(b)

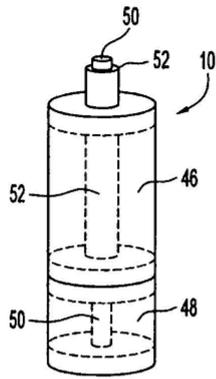


FIG. 9

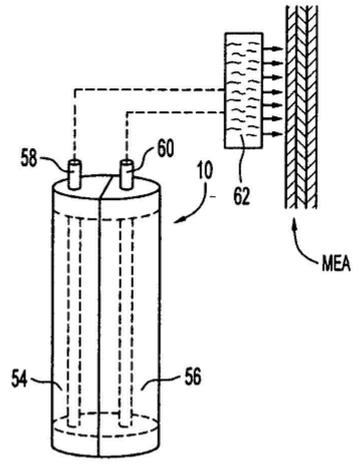


FIG. 10

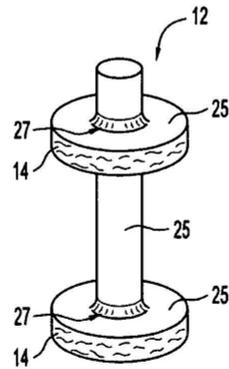


FIG. 11