

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 027**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/04** (2006.01)  
**H01M 8/00** (2006.01)  
**H01M 8/10** (2006.01)  
**H01M 8/24** (2006.01)  
**H01M 8/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.05.2005 E 11181947 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2400587**

54 Título: **Cartucho con surtidor de combustible y apilamiento de unidades de electrodo de membrana**

30 Prioridad:

**11.05.2004 US 843638**

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

**22.11.2013**

73 Titular/es:

**SOCIÉTÉ BIC (100.0%)  
14, rue Jeanne d'Asnières  
92110 Clichy, FR**

72 Inventor/es:

**ADAMS, PAUL;  
CURELLO, ANDREW J. y  
FAIRBANKS, FLOYD**

74 Agente/Representante:

**LÓPEZ MARCHENA, Juan Luis**

**ES 2 431 027 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 con surtidor de combustible y apilamiento de unidades de electrodo de membrana

5 **Campo de la invención**

Esta invención se refiere en general a sistemas de pilas de combustible y más específicamente a sistemas para combustible en los que se usen pilas de combustible y cartuchos de combustible y, por precisar aun más, esta invención se refiere a la incorporación de una unidad de electrodo de membrana al cartucho de combustible.

10

**Antecedentes de la invención**

15

Las pilas de combustible son dispositivos que convierten directamente la energía química de los reactivos, es decir, el combustible y el 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 eléctrica convencional como, por ejemplo, mediante la combustión de combustibles fósiles y más eficientes que los acumuladores de energía portátiles como las baterías de iones de litio.

20

25

30

35

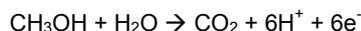
En general las tecnologías de pilas de combustible comprenden una gama de diferentes pilas de combustible como las pilas de combustible alcalinas, las pilas de combustible de electrolitos poliméricos, las pilas de combustible de ácido fosfórico, las pilas de combustible de carbonatos fundidos, las pilas de combustible de óxido sólido y las pilas de combustible enzimáticas. Algunas pilas de combustible utilizan hidrógeno (H<sub>2</sub>) comprimido como combustible. El hidrógeno comprimido se conserva, por lo general, a alta presión y por lo tanto es difícil manipularlo. Además típicamente hacen falta tanques de almacenamiento grandes y no se pueden hacer suficientemente pequeños para los dispositivos de electrónica de consumo. Las pilas de combustible de intercambio de protones (PEM) utilizan metanol (CH<sub>3</sub>OH), hidruro de boro-sodio (NaBH<sub>4</sub>), hidrocarburos (como el butano) y otros combustibles convertidos en combustible de hidrógeno. Las pilas de combustible de conversión convencionales necesitan convertidores y otros sistemas de vaporización y auxiliares para convertir el combustible en hidrógeno que reaccione con el oxidante en la pila de combustible. Los desarrollos recientes hacen que las pilas de combustible de convertidor o de conversión resulten prometedoras para los dispositivos de electrónica de consumo. Otras pilas de combustible utilizan combustible de metanol (CH<sub>3</sub>OH) directamente (pilas de combustible de metanol directo o DMFC). Las DMFC, en las que el metanol reacciona directamente con el oxidante en la pila de combustible es la pila de combustible más sencilla y potencialmente más pequeña y también tiene una prometedora aplicación para la alimentación eléctrica de los dispositivos de electrónica de consumo. Las pilas de combustible de óxido sólido (SOFC) convierten los combustibles de hidrocarburos, como el butano, con aportación de mucho calor, para producir electricidad. Las SOFC necesitan una temperatura comparativamente alta, del orden de 1000 °C, para que se produzca la reacción de la pila de combustible.

40

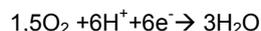
Las reacciones químicas que producen electricidad son diferentes para cada tipo de pila de combustible. Para las DMFC la reacción electroquímica en cada electrodo y la reacción global de la pila de combustible de metanol directo en sí se expresan como sigue:

Semirreacción en el ánodo:

45

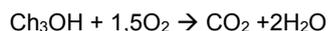


Semirreacción en el cátodo:



50

Reacción global de la pila de combustible:



55

Debido a la migración de los iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>) a través de la PEM desde el ánodo hasta el cátodo y debido a la incapacidad de los electrones (e<sup>-</sup>) libres de atravesar la PEM los electrones se ven forzados a circular por un circuito externo produciendo así una corriente eléctrica por dicho circuito externo. El circuito externo se puede utilizar para alimentar muchos dispositivos de electrónica de consumo útiles tales como teléfonos móviles o celulares, calculadoras, asistentes digitales personales, ordenadores portátiles y herramientas eléctricas entre otros.

60

La DMFC se describe en los documentos de patente de los Estados Unidos de número 5992008 y de número 5945231. Generalmente la PEM está constituida por un polímero, como Nafion® de la empresa DuPont que es un material

perfluorado que tiene un espesor en el intervalo que va entre aproximadamente 0,05 mm y 0,50 mm, u otras membranas adecuadas. El ánodo está hecho típicamente de una base de papel de carbón teflonado con una capa fina de catalizador como platino-rutenio depositado en él. El cátodo típicamente es un electrodo de difusión de gas al que las partículas de platino están unidas por un lado de la membrana.

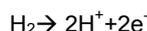
5

Otra reacción de pila de combustible para una pila de combustible de convertidor de hidruro de boro-sodio es la siguiente:



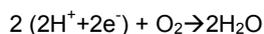
10

Semirreacción en el ánodo:



15

Semirreacción en el cátodo:



20

Los catalizadores adecuados para esta reacción son, entre otros, el platino, el rutenio y otros metales. El combustible de hidrógeno producido de la conversión del hidruro de boro-sodio se hace reaccionar en la pila de combustible con un oxidante, como el oxígeno,  $\text{O}_2$  para producir electricidad (o un flujo de electrones) formándose como producto adicional agua. En el proceso de conversión también se produce como producto adicional borato de sodio ( $\text{NaBO}_2$ ). En el documento de solicitud de patente publicada de los Estados Unidos de nº 2003/ 0082427 se describe una pila de combustible de hidruro de boro-sodio.

25

Una de las características más importantes para la aplicación de pilas de combustible es el almacenamiento de combustible. El surtidor de combustible también tiene que ser fácil de insertar en la pila de combustible o dispositivo electrónico que alimenta dicha pila de combustible. Adicionalmente el surtidor de combustible debe ser también fácil de sustituir y rellenar.

30

El documento de publicación de patente de los Estados Unidos de nº 2003/0082427 describe un cartucho de combustible en el que el combustible de hidruro de boro-sodio se convierte en el cartucho formándose hidrógeno y un producto adicional. Sin embargo el estado de la técnica anterior no divulga un surtidor de combustible que permita una producción "in situ" del combustible o que contenga reactivos susceptibles de ser almacenados sin que se produzca corrosión y de bajo coste o surtidores de combustible con las ventajas y características descritas más adelante.

35

Típicamente, la MEA, está situada dentro de la pila de combustible que se encuentra en el interior de los dispositivos de electrónica de consumo. Las solicitudes de patente publicadas de los Estados Unidos de nº 2003/0082416 y 2003/0082426 y la solicitud de patente internacional de nº WO 02/099916 divulgan estos dispositivos. En estos dispositivos el surtidor de combustible se puede quitar y se guarda en un cartucho. La vida de la MEA por lo general viene limitada por la vida de la PEM. El rendimiento de la PEM depende de varios factores como el caudal de combustible, la concentración de iones metálicos del combustible, la temperatura del combustible y la temperatura ambiental o del apilamiento. Cuando el rendimiento de la PEM está a un nivel suficientemente bajo la PEM se tiene que sustituir o renovar. El mantenimiento frecuente de la PEM no es algo deseable puesto que supone hacer el mantenimiento del dispositivo electrónico.

45

Existe la necesidad de un sistema de pila de combustible que permita hacer el mantenimiento o la reparación de la PEM sin tener que hacer el mantenimiento del dispositivo electrónico.

50

### Compendio de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de pila de combustible que comprende un dispositivo electrónico que tiene una carcasa que define una cámara para un cartucho de combustible y un cartucho de combustible que se puede alojar en y sacar de la cámara para cartucho de combustible. El cartucho de combustible comprende al menos una unidad de electrodo de membrana o un apilamiento de ellas y un depósito de combustible que contiene combustible. El combustible se conduce hasta la unidad de electrodo de membrana para su conversión en electricidad que alimente el dispositivo electrónico. El dispositivo electrónico puede tener un controlador que controle las funcionalidades del dispositivo electrónico y del cartucho combustible y los sistemas auxiliares están, al menos unos cuantos de ellos, dentro del dispositivo electrónico.

60

La presente invención se refiere también a un cartucho para pila de combustible adaptado para su inserción en un dispositivo electrónico para proporcionar electricidad al dispositivo electrónico. El cartucho para pila de combustible tiene una unidad de electrodo de membrana o un apilamiento y un depósito de combustible que contiene combustible. El combustible se hace reaccionar en la unidad de electrodo de membrana para producir electricidad.

5

#### Breve descripción de los dibujos

En los dibujos adjuntos que forman parte de la especificación y que se tienen que interpretar junto con ella se usan los mismos números de referencia para los mismos elementos en las diferentes vistas.

10

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de pila de combustible de la presente invención que comprende un cartucho de combustible con un depósito de combustible y una MEA o apilamiento estando interconectado el cartucho de combustible con el dispositivo electrónico para su funcionamiento conjunto.

15

La figura 2 es una vista esquemática explosionada del sistema de pila de combustible de la figura 1 en la que el cartucho de combustible se ha retirado del dispositivo electrónico.

La figura 3 es una vista esquemática de un sistema de pila de combustible alternativo de la presente invención en el que el cartucho de combustible está por fuera del dispositivo electrónico.

20

La figura 4 es una vista esquemática de otro sistema de pila de combustible alternativo de la presente invención en el que el cartucho de combustible está por fuera de dos dispositivos electrónicos.

La figura 5 es una vista esquemática de un cartucho pila de combustible de la presente invención.

25

#### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Como se ilustra en los dibujos adjuntos y se explica en detalle a continuación la presente invención se refiere a un sistema de pila de combustible que utiliza combustibles para pilas de combustible, como metanol y agua, una mezcla de metanol-agua, mezclas de metanol-agua de diferentes concentraciones o metanol puro. El metanol se puede usar en muchos tipos de pilas de combustible, por ejemplo, en las DMFC, pilas de combustible enzimáticas, pilas de combustible de conversión y otras. El sistema de pila de combustible puede comprender otros tipos de combustibles para pilas de combustible, como etanol o alcoholes, productos químicos que se puedan convertir en hidrógeno u otros productos químicos que puedan mejorar el rendimiento o las prestaciones de las pilas de combustible. Los combustibles también pueden ser, entre otros, electrólito de hidróxido de potasio (KOH), que se puede utilizar para las pilas de combustible metálicas o alcalinas, y que se puede almacenar en surtidores de combustible. Para las pilas de combustible metálicas el combustible está constituido por partículas de zinc en suspensión sumergidas en una solución de reacción electrolítica de KOH y los ánodos de las cavidades de la pila son ánodos de partículas de zinc. La solución electrolítica de KOH se divulga en la solicitud de patente publicada de los Estados Unidos de nº 2003/0077493 de título "Method of Using Fuel Cell System Configured to Provide Power to One or more Loads" publicada el 24 de abril de 2003. Los combustibles también pueden ser, entre otros, una mezcla de metanol, peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico que fluye a través de un catalizador conformado en pastillas de silicio para desencadenar la reacción de la pila de combustible. Los combustibles también pueden ser, entre otros, hidruro de boro-sodio ( $\text{NABH}_4$ ) acuoso y agua como se ha comentado anteriormente. Los combustibles además pueden ser, entre otros, combustibles de hidrocarburos que incluyen butano, queroseno, alcohol y gas natural entre otros y que están divulgados en la solicitud de patente publicada de los Estados Unidos de nº 2003/0096150 de título "Liquid Heterointerface Fuel Cell Device" publicada el 22 de mayo de 2003. El butano es un combustible adecuado para las pilas de combustible de óxido sólido. Los combustibles también pueden ser, entre otros, oxidantes líquidos que reaccionen con los combustibles. La presente invención por tanto no está limitada a ninguno de estos tipos de combustible, soluciones electrolíticas, soluciones oxidantes o líquidos o sólidos contenidos en el surtidor o que se usen en el sistema de pila de combustible. El término "combustible" como se usa en este documento engloba todos los combustibles que se pueden hacer reaccionar en pilas de combustible o en el surtidor de combustible y engloba, no estando limitado a ellos, todos los combustibles, soluciones electrolíticas, soluciones oxidantes, líquidos, sólidos y/o productos químicos adecuados anteriores y mezclas de los mismos.

55

Tal como se utiliza este documento el término "surtidor de combustible" engloba, no estando limitado a ellos, cartuchos desechables cartuchos rellenables/ reutilizables, recipientes, cartuchos que se alojan dentro del dispositivo electrónico, cartuchos extraíbles, cartuchos que quedan fuera del dispositivo electrónico, tanques de combustible, depósitos de combustible, tanques para rellenar el combustible, otros recipientes que almacenan combustible y los tubos conectados a los tanques de combustible y recipientes. Si bien se describe a continuación el cartucho para realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención se hace notar que estas realizaciones también se pueden aplicar a otros surtidores de combustible y que la presente invención no está limitada a un tipo particular de surtidores de combustible.

60

Como se ilustra en los dibujos adjuntos y se expone en detalle a continuación la presente invención se refiere a un sistema de pila de combustible 10 de alimentación eléctrica a una carga 11, como se ve en la figura 1. La carga 11 típicamente es un dispositivo electrónico que alimenta el cartucho de la pila de combustible 12. En la primera realización del sistema de pila de combustible 10, la carga o dispositivo electrónico 11 es la circuitería externa y las funciones asociadas de cualquier dispositivo de electrónica de consumo útil. En esta realización el dispositivo electrónico 11 comprende una carcasa 14 que delimita la cámara del cartucho de combustible 16 (mostrada en la figura 2) para alojar cartuchos de pilas de combustible 12 de forma que se puedan extraer de ella. En la figura 1 el cartucho 12 está alojado en la cámara 16 del cartucho 12 estando interconectado para funcionar conjuntamente con el dispositivo electrónico 11. Cuando el cartucho de combustible 12 está vacío de combustible un usuario puede sacar el cartucho del dispositivo electrónico e insertar otro cartucho o rellenar el cartucho vacío como se muestra la figura 2.

El dispositivo electrónico 11 puede ser un teléfono móvil o celular, una calculadora, una herramienta eléctrica, una herramienta de jardinería, un asistente personal digital, una cámara digital, un ordenador portátil, una consola de videojuegos, un sistema de reproducción de música portátil (reproductores de Mp3 o CD), un sistema de posicionamiento global (GPS), equipo de acampada u otro.

La figura 1 tiene dos conjuntos de líneas de interconexión. El primer conjunto de líneas de interconexión se refiere a conducciones para fluidos, es decir, un líquido o un gas, líneas, con flechas que indican el sentido del flujo. El segundo conjunto de líneas de interconexión son líneas eléctricas que tienen unos puntos gordos en las intersecciones para ilustrar su conectividad. Si bien esta realización es la que se describe en este documento para una pila de combustible de metanol directo se entiende que esta realización es adecuada para cualquier pila de combustible.

El dispositivo electrónico 11 preferentemente comprende los siguientes componentes controlados electrónicamente: un primer contacto eléctrico 18, la cámara 16 adaptada para alojar el cartucho de la pila de combustible 12, el controlador 20, una batería opcional 21, una bomba 22, un medidor de caudal 24, un sensor de concentración de combustible 25 y una válvula de medición de agua 26. El controlador 20 mantiene comunicación eléctrica con estos dispositivos. Además el dispositivo electrónico 11 comprende los componentes siguientes de circuitos de fluidos: una cámara de aire 28, un separador de dióxido de carbono 30, condensador 32 y una cámara de mezcla 34. Estos componentes del circuito del fluido están interconectados entre ellos o con otros componentes para circuitos de fluidos, como se describe a continuación. Además el dispositivo electrónico comprende una pluralidad de componentes valvulares 36b, 38b, 40b, 42b, 44b para conectar varios componentes para circuitos de fluidos de una celda del dispositivo electrónico 11 a varios componentes para circuitos de fluidos del cartucho para pila combustible 12 como se describe en detalle a continuación.

El cartucho para pila para combustible 12 preferentemente comprende los siguientes componentes controlados electrónicamente: un segundo contacto eléctrico 46, un dispositivo de almacenamiento de información 47 y una válvula de regulación 50. El contacto 46 está conectado eléctricamente con el dispositivo de almacenamiento de información 47 y la válvula de regulación 50 y está conectado también al primer contacto eléctrico 18. Además el cartucho para pila de combustible 12 comprende una carcasa 51 (indicada con línea discontinua) que contiene un depósito 52 de combustible, una unidad de electrodo de membrana 54 (MEA) y un intercambiador de calor 56. La MEA o elemento 54 también se refiere a un apilamiento. Como se utiliza en este documento, el término apilamiento comprende al menos una unidad de electrodo de membrana y placas bipolares. El apilamiento también comprende opcionalmente surtidores de combustible y de oxígeno y componentes colectores de corriente. El intercambiador 56 de calor también se puede colocar en el dispositivo electrónico 11. La MEA 54 preferiblemente comprende un ánodo 54a, una membrana intercambio de protones 54b (PEM) u otra capa de electrolito y el cátodo 54c. Opcionalmente el cartucho para pila de combustible 12 puede comprender también un filtro de iones 58 y un sensor de iones 60. Estos componentes están interconectados, circulando entre ellos un fluido, o con otros componentes de circuitos de fluidos como se describe a continuación. Además el cartucho de combustible 12 comprende una pluralidad de componentes valvulares 36a, 38a, 40a, 42a, y 44a, que funcionan interaccionando con los componentes valvulares 36b, 38b, 40b, 42b, 44b para interconectar a través de un fluido varios componentes del cartucho de combustible 12 con varios componentes del dispositivo eléctrico 11 como se describe en detalle más adelante.

Haciendo referencia a la figura 1 cuando el cartucho 12 se carga o inserta en la cámara 16 el primer y segundo contactos eléctricos 18 y 46 quedan en contacto de modo que el controlador 20 pasa a interaccionar electrónicamente con el dispositivo de almacenamiento de información 47 y el resto de los componentes eléctricos del cartucho 12. Así, el controlador 20 puede recibir información del cartucho de la pila de combustible 12 y controlar las funcionalidades de la válvula de regulación 50 y puede leer y escribir información en el dispositivo de almacenamiento de información 47. Los dispositivos de almacenamiento de información y controladores preferidos y su funcionamiento se divulgan en la solicitud de patente pendiente de publicación de titularidad compartida de los Estados Unidos de nº 10/725237 de título "Fuel Cell Supply Including Information Storage Device and a Controlling System" presentada el 1 de diciembre de 2003.

Los dispositivos de almacenamiento de información adecuados pueden ser, entre otros, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria de sólo lectura programable (PROM) una memoria de sólo lectura programable y borrable (EPROM) una memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), una memoria flash, elementos legibles electrónicamente (como resistencias, condensadores, autoinducciones, diodos y transistores), elementos legibles ópticamente (como códigos de barras), elementos legibles magnéticamente (como bandas magnéticas), circuitos integrados (chips IC) y arrays lógicos programables (PLA) y chips inteligentes (como los que se usan en baterías) y otros. El dispositivo de almacenamiento de información preferido es un PLA o una EEPROM y la presente invención está descrita en este documento con la EEPROM. Sin embargo se entiende que la presente invención no esta limitada a un tipo particular de dispositivo de almacenamiento de información.

Típicamente la información se almacena como ceros y unos en un sistema binario. Grupos de estos dígitos binarios constituyen dígitos octales (grupos de tres dígitos binarios) hexadecimales (grupos de cuatro dígitos binarios). Los dígitos hexadecimales se usan habitualmente para facilitar la lectura de información del dispositivo de almacenamiento.

La memoria EEPROM es una memoria de sólo lectura que puede modificar el usuario y que se puede borrar y reescribir o reprogramar repetidas veces a lo largo de su vida útil aplicando una tensión eléctrica de escritura superior a la normal al mismo pincho de conexión ("pin") además de otros medios de programación. La memoria EEPROM se puede modificar sin necesidad de extraerla del surtidor de combustible. Ventajosamente partes de la memoria EEPROM pueden tener protección contra escritura, es decir, que la información escrita originalmente queda guardada y protegida de la tensión de escritura mientras que otras partes de la memoria EEPROM se pueden reescribir varias veces. Adicionalmente una memoria EEPROM de una forma similar a otras memorias de sólo lectura no necesita del suministro de electricidad para conservar la memoria o mantener los datos almacenados en ella. Por lo tanto cuando un dispositivo electrónico se enciende se basa en la información almacenada en la memoria EEPROM para arrancar y ejecutar su programa. Para borrar y reescribir una memoria EEPROM un controlador aplica una tensión predeterminada en un punto particular de la memoria EEPROM para así almacenar información en ella.

Las memorias EEPROM al igual que otras memorias de sólo lectura se pueden conseguir fácilmente en el mercado. Las memorias EEPROM adecuadas son comercializadas por la empresa Cypress Semiconductor Corp. de San Jose, Ca, la empresa Altera Corp de San Jose, Ca, la empresa ATMEL Corporation de Hayward, CA y la empresa Microchip Technology Inc. de Chandler, Az entre otras.

En una realización alternativa la conexión eléctrica entre el primer y segundo contactos 18 y 46 puede ser sin hilos. Los sistemas de transmisión sin hilos adecuados pueden ser la tecnología Bluetooth, de radiofrecuencia, de rayos infrarrojos etc.

Además de leer y escribir información en el dispositivo de almacenamiento de información 47 el controlador 20 controla las funcionalidades del dispositivo electrónico 11, y las válvulas, sensores y bombas del dispositivo electrónico 11 y el cartucho 12. Preferentemente la carcasa 17 también tiene cabida para al menos una batería opcional 21 para suministrar electricidad a varios componentes del sistema de pila de combustible 10 y el dispositivo electrónico 11 cuando la MEA no está funcionando o durante el arranque del sistema. Alternativamente la batería opcional 21 suministra electricidad al controlador 20 cuando el cartucho 12 esta vacío o cuando la pila de combustible o MEA están apagados. La batería opcional 21 se puede sustituir por o utilizar conjuntamente con paneles solares.

Bombas 22 adecuadas se divulgan en su totalidad en las solicitudes de patente pendientes de publicación y de titularidad compartida de los Estados Unidos de nº 10/356793, 10/629004, 10/629006. La solicitud que termina en "793" de título "Fuel Cartridge for Fuel Cells" se presentó el 31 de enero de 2003. La solicitud que termina en "004" de título "Fuel Cartridge with Flexible Liner" se presentó el 29 de julio de 2003.

Una bomba adecuada es una bomba piezoeléctrica. Las bombas piezoeléctricas adecuadas pueden ser las que comercializa la empresa PAR Technologies LLC de Newport News, Va. Las bombas piezoeléctricas no tienen partes móviles y son ligeras, compactas, resistentes, eficientes y silenciosas. Estas bombas tienen unas tensiones de excitación que son superiores a aproximadamente 50 V y un consumo de corriente de, por ejemplo, tan poco como aproximadamente 15 mA llegando hasta 130 mA para una tensión de entrada de entre aproximadamente 2,2 V cc y aproximadamente 12 V cc. El caudal de las bombas piezoeléctricas es de entre aproximadamente 10 ml/h y aproximadamente 900 ml/h para presiones que están en el intervalo de entre 0 psi y 5 psi. El tamaño de estas bombas es de entre aproximadamente  $0,5''^2$  hasta aproximadamente  $1,5''^2$  para un espesor menor que aproximadamente  $0,5''$ . La bomba piezoeléctrica puede estar hecha de materiales que sean compatibles con los combustibles que se van a utilizar en las pilas de combustible y los cartuchos de combustible. Estas bombas también funcionan en un intervalo de valores amplio y tienen una vida útil prolongada.

En la presente realización la bomba 22 queda por fuera del cartucho 12 y está dentro de la carcasa 17. Así cuando el cartucho 12 se retira de la carcasa 17 como se muestra en la figura 2 la bomba 22 permanece dentro de la carcasa 17. La bomba 22 está situada aguas arriba de la cámara de mezcla 24 en la presente realización. En una realización alternativa la bomba 22 puede estar situada aguas abajo de la cámara de mezcla 34 (es decir, entre la cámara de mezcla 34 y el componente valvular 36b) o en otros puntos. También, alternativamente la bomba 22 se puede omitir y el cartucho se puede presurizar para impulsar el combustible desde el cartucho 12 a través de la válvula de control hasta el dispositivo electrónico 11.

Haciendo otra vez referencia a la figura 1 el cartucho de combustible 12 comprende una carcasa 51 con una cámara 51a para alojar el depósito de combustible 52. En esta realización el depósito de combustible 52 puede comprender una carcasa externa o una envolvente externa 52a separada de la carcasa 51. La envolvente externa puede ser relativamente rígida o flexible. El depósito de combustible 52 puede estar diseñado con o sin una camisa o ampolla de combustible interna. Los cartuchos sin camisas y sus componentes asociados se divulgan en la solicitud que termina en "793". Los cartuchos con ampollas o camisas internas se divulgan en la solicitud que termina en "004".

El componente valvular 36a está fijado al cartucho 12 y el componente valvular 36b está fijado al dispositivo electrónico 11. La válvula 36a, 36b preferiblemente es una válvula de dos componentes. Cada componente de la válvula tiene capacidad sellante cuando el cartucho de combustible 12 se retira del dispositivo electrónico 11. Las válvulas de dos componentes se divulgan en su totalidad en la solicitud que termina en "006". Cuando el cartucho 12 está dentro de la cámara 16 el combustible del depósito queda interconectado con la cámara de mezcla 34 a través de los componentes valvulares 36a, b.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención el filtro de iones 58 y el sensor de iones 60 opcionalmente forman parte del cartucho 12. El filtro de iones y el sensor de iones se describen en su totalidad en la solicitud de patente pendiente de titularidad compartida de nº 10/725235 y de título "Fuel Cell System Including an Ion Filter" presentada el 1 de diciembre de 2003. El filtro de iones elimina los iones del combustible y aumenta la vida de la PEM. El filtro de iones 58 se puede colocar dentro o fuera del depósito de combustible 52. Las partículas iónicas se pueden eliminar mediante agentes limpiadores o agentes quelantes o membrana de intercambio de iones (por ejemplo, materiales PEM).

El sensor de iones 60 puede detectar la eficacia del filtro e indicar cuando hay que cambiarlo. El sensor de iones 60 preferiblemente está situado dentro del cartucho para pila de combustible 12, como se muestra, o en el dispositivo electrónico 11. El controlador 20 puede leer el nivel de iones del combustible utilizando el sensor de iones 60 y escribir esta información en el dispositivo de almacenamiento de información 47 de modo que el combustible con niveles inaceptables de iones no se utilice. El sensor de iones 60 puede determinar el nivel de iones registrando la conducción eléctrica del combustible. Una mayor conductividad indica mayor nivel de iones. El controlador puede comprobar el nivel de iones del combustible en cualquier momento que el dispositivo electrónico se encienda o cuando se instale un cartucho diferente.

La MEA 54 típicamente esta colocada entre dos placas bipolares (no mostradas). En la presente invención la MEA 54 preferentemente esta alojada en la cámara 53 dentro del cartucho 12. Por lo tanto la MEA preferentemente está hecha de un material económico y puede tirarse cuando el cartucho 12 está vacío. Una ventaja de una realización de la presente invención es que cuando la MEA es desechable los filtros de iones y/o los sensores de iones se pueden omitir. Adicionalmente la cámara interna 51 o el depósito de combustible 52 se pueden rellenar y/o sustituir y el cartucho para pila de combustible 12 se puede reutilizar hasta que la MEA se tenga que sustituir. Alternativamente la MEA o apilamiento 54 se puede sustituir mientras que el resto del cartucho se puede reutilizar. Esto les permite a los diseñadores de pilas de combustible tener la opción de utilizar PEM desechables o reutilizables dentro del cartucho para pila de combustible 12.

Preferentemente el ánodo 54a y el cátodo 54c son de materiales convencionales. La PEM es preferiblemente de un polímero conductor de iones. Los polímeros de conducción de iones adecuados pueden ser, entre otros, polímeros de ácido sulfónico perfluorados, revestidos de un catalizador, comercialmente el Nasion® de la empresa DuPont descrito anteriormente. Los polímeros con revestimiento de catalizador se conocen con el nombre de polímeros con base de catalizador. Los catalizadores adecuados pueden ser el platino, rutenio o aleaciones de los mismos entre otros metales. Otro polímero conductor de iones adecuado es el polibenzimidazol (PBI) fabricado por la empresa Celanex Fuel Cells USA, Inc. de Murray Hill, New Jersey. El PBI es una PEM de alta temperatura que puede funcionar en el intervalo de entre 120 °C y 200 °C.

Otros polímeros conductores de iones adecuados se describen en el documento de T.A. Davis, J.D. Genders y D. Pletcher "First Course in Ion Permeable Membranes", págs. 35-57 y en la patente de los Estados Unidos de nº 6630518. Estos polímeros pueden ser alquenos no sustituidos copolimerizados con un alqueno funcional que contiene unos grupos ionizables o sus precursores (por ejemplo membranas perfluoradas Nafion®) y alquenos polimerizados y grupos

de iones que se introducen en la membrana a posteriori. Otros polímeros conductores de iones adecuados pueden ser el Goretex, material resistente a las inclemencias climatológicas, que es un politetrafluoretileno con un polímero perfluorado que rellena los poros y una película de fluoruro de polivinilo (PVC) irradiado en una solución de ácido clorosulfónico 2,5%. La patente que termina en "518" describe otros polímeros conductores de iones adecuados que pueden ser una membrana de baja permeabilidad que se irradie y luego se sulfone. Las membranas adecuadas pueden ser de polietileno (PE), polipropileno (PP), polihexafluorpropileno, policlorotrifluoretileno, politetrafluoretileno (PTFE) fluoruro de polivinilo (PVF), fluoruro de polivinilideno (PVDF), copolímeros a partir de ellos y mezclas. Estas membranas y las membranas de alta permeabilidad se pueden utilizar en la presente invención. Otras membranas adecuadas también pueden ser las fabricadas por la empresa Polyfuel Inc. Cualquier material de intercambio de iones se puede utilizar; se puede utilizar un material económico, como los que se exponen en este párrafo, porque la MEA se puede sustituir cuando el cartucho está vacío o cuando el rendimiento de la MEA haya bajado significativamente.

De las relaciones en el ánodo 54a se forma un producto adicional gaseoso que contiene dióxido de carbono por la reacción del ánodo de la reacción global DMFC. Estos productos adicionales gaseosos y el combustible que no ha reaccionado, si lo hay, se conducen hasta el separador de dióxido de carbono 30 del dispositivo electrónico 11 a través de componentes valvulares 38 a, b. La válvula 38 a, b puede ser una válvula de dos componentes similar a la válvula 36 a, b. El separador de dióxido de carbono 30 separa el dióxido de carbono del combustible no utilizado aprovechando el empuje natural del gas. Adicionalmente el separador de dióxido de carbono 30 tiene una válvula de alivio 30a para expulsar el dióxido de carbono fuera del dispositivo electrónico 11 hacia la atmósfera. La válvula de alivio puede ser de retención como la divulgada en la solicitud que termina en "004".

Este producto líquido/ agua del cátodo se conduce hasta el condensador 32 del dispositivo eléctrico 11 a través de componentes valvulares 40 a, b. La válvula 40 a, b puede ser una válvula de dos componentes similar a la válvula 36 a, b. Al condensador 32 le llega el agua, producto adicional de la reacción, condensa el vapor de agua, si lo hay, y conduce el agua líquida hasta la cámara de mezcla 34. Adicionalmente el condensador 32 puede tener una válvula de alivio 32a para expulsar cualquier gas fuera del dispositivo electrónico 11 hacia la atmósfera.

Alternativamente, las válvulas de alivio 30a y/o 32a se pueden sustituir por una única válvula de alivio en la cámara de mezcla 34.

La válvula 26 regula el flujo de agua y de combustible sin reaccionar que llegan a la cámara de mezcla 34 y ayuda a obtener una concentración de combustible óptima en la mezcla de combustible/ agua. El controlador 20 controla la válvula 26 para conseguir la concentración adecuada de combustible/ agua en la cámara 34.

La mezcla de combustible/ agua de concentración adecuada se conduce desde la cámara 34 mediante una bomba 22. La concentración de combustible en la mezcla de combustible/ agua la mide el sensor de concentración de combustible 25 y la monitoriza y regula el controlador 20 utilizando la válvula de medición de agua 26. Dichos sensores se divulgan en el documento de publicación de patente de los Estados Unidos de nº 2003/0131663, 2003/0134162 y en las patentes de los Estados Unidos de nº 6254748, 6306285.

La mezcla de combustible/ agua fluye desde la bomba 22 hasta el intercambiador de calor 56 del cartucho de combustible 12 a través de los componentes valvulares 44 a, b. La válvula 44 a, b puede ser una válvula de dos componentes similar a la válvula 36 a, b. Puesto que la MEA y más particularmente la PEM pueden ser sensibles a la temperatura del combustible, el intercambiador de calor 56 enfría el combustible hasta un intervalo de temperaturas preferido. El intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor convencional y tener aletas.

Desde el intercambiador de calor 56 la mezcla de combustible/ agua fluye hasta el ánodo 54a de la MEA 54 para reaccionar y producir electricidad que alimente el dispositivo electrónico 11. En esta realización la válvula de regulación 50 regula el flujo de combustible a la MEA 54. La válvula de regulación 50 puede tener un orificio de abertura variable que se puede abrir dejando un diámetro libre predeterminado para regular el flujo. Válvulas de regulación alternativas se divulgan en la solicitud que termina en "237". Válvulas de regulación similares se dibujan en las patentes de los Estados Unidos de nº 4496309 y 4560345.

El dispositivo electrónico 11 además comprende una cámara de aire 28 que contiene aire. El aire fluye desde la cámara de aire 28 al cátodo 54c del cartucho de combustible 12 a través de los componentes valvulares 42 a, b. La válvula 42 a, b puede ser de dos componentes similar a la válvula 36 a, b. Alternativamente el aire se puede suministrar del ambiente circundante directamente al cátodo o a través del dispositivo electrónico antes de llegar al cátodo. También se puede utilizar una bomba o un ventilador para impulsar el aire.

Como se muestra en las figuras 1 y 2, si bien la MEA está situada en el cartucho 12 de modo que se pueda sustituir con mayor facilidad los sistemas auxiliares están, prácticamente todos, en el dispositivo electrónico. La ventaja de esto es

que los sistemas auxiliares pueden tener elementos sensibles o caros, por ejemplo, controlador/es, bomba/s que es más adecuado que estén en el dispositivo electrónico. Dependiendo del coste y la fiabilidad estos elementos también pueden estar situados en el cartucho.

5 Haciendo referencia a la figura 3 y de acuerdo con otro aspecto de la presente invención se divulga el cartucho de combustible 112 adaptado para funcionar con el dispositivo electrónico 111 estando situado por fuera del dispositivo. El dispositivo electrónico 111 comprende varios componentes electrónicos y de circuitos de fluidos del dispositivo 11 incluyendo un primer contacto 118. En la presente realización el primer contacto comprende componentes para interconectar los componentes de circuitos eléctricos y de fluidos del dispositivo 111 al cartucho de combustible 112. El cartucho de combustible 112 comprende los diferentes componentes electrónicos y de circuitos de fluidos del cartucho 12 incluyendo un segundo contacto 146. En la presente realización el segundo contacto comprende componentes para la interconexión de componentes de circuitos eléctricos y de fluidos del dispositivo 111 al cartucho de combustible 112 cuando los contactos 118, 146 interoperan. En una realización alternativa el cartucho de combustible 112 se puede incorporar a un bloque de conexión que tiene el segundo contacto y una plataforma opcional para soportar el ordenador portátil 111 mientras se usa.

Haciendo referencia a la figura 4 de acuerdo con otro aspecto la presente invención se divulga el cartucho de combustible 212, estación de suministro de combustible central o multisurtidor o surtidor multiple, que está adaptado para funcionar con dos o más dispositivos electrónicos 211 quedando por fuera de ellos. El cartucho de combustible 212 puede tener un diseño que permita interconectarlo con cualquier número de dispositivos electrónicos 211. Cada dispositivo electrónico 211 comprende los diferentes componentes electrónicos y de circuitos de fluidos del dispositivo 11 incluyendo un primer contacto 228. En la presente realización el primer contacto comprende componentes de interconexión de componentes de circuitos eléctricos y de fluidos del dispositivo 211 al cartucho de combustible 212. El cartucho de combustible 212 comprende los diferentes componentes electrónicos y de circuitos de fluidos del cartucho 12 incluyendo el segundo contacto 246 y las conducciones 246 a, b. En la presente realización el segundo contacto 246 comprende componentes para la interconexión de componentes de circuitos eléctricos y de fluidos de los dispositivos 211 al cartucho de combustible 212 cuando los contactos 218 y 246 interoperan.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención algunos componentes que están colocados dentro del dispositivo electrónico 11 mostrado en la figura 11 se pueden colocar en el cartucho 12. Por ejemplo, la bomba 22 y la cámara de mezcla 34 se pueden colocar en el cartucho 12. Adicionalmente uno o más de los siguientes elementos: cámara de aire 28, condensador 32, separador de CO<sub>2</sub> 30 se pueden colocar en el cartucho 12.

Alternativamente la MEA 54 se puede colocar en el dispositivo electrónico 11 y el depósito de combustible 52 la bomba 22 y la cámara de mezcla 34 se pueden colocar en el cartucho 12. La mezcla de combustible y agua se puede preparar en el cartucho antes de que se conduzca hasta el dispositivo electrónico 11 para que reaccione en la MEA.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención todos los componentes de la pila de combustible que se muestran en sus respectivas posiciones en la figura 1 se colocan en el cartucho 12. Haciendo referencia a la figura 5, el cartucho es una pila de combustible independiente con un surtidor de combustible 52 sustituible o rellenable y una MEA o apilamiento sustituible o reparable. Lo que produce este cartucho 12 es la electricidad generada en la MEA 54. Las ventajas de dicho sistema son entre otras:

(i) la MEA se puede dimensionar y configurar para producir la electricidad necesaria para hacer funcionar el dispositivo electrónico 11 independientemente del que sea y

(ii) las conexiones valvulares 36 a, b 38 a, b 40 a, b 42 a, b 44 a, b y las conexiones eléctricas 18, 46 se pueden minimizar o eliminar.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) adaptado para que se conecte a un dispositivo electrónico (11, 111, 211) para proporcionar electricidad al mismo comprendiendo una carcasa externa (51) que tiene al menos una unidad de electrodo de membrana (54) y un depósito de combustible (52) que contiene combustible haciéndose reaccionar el combustible en la unidad de electrodo de membrana (54) para producir dicha electricidad **caracterizado por que** el combustible se puede conducir desde el depósito de combustible (52) hasta el dispositivo electrónico (11, 111, 121) y de vuelta al cartucho (12, 112, 212) de modo que los sistemas auxiliares están, al menos unos cuantos, dentro del dispositivo electrónico (11, 111, 211).
- 10 2. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 en el que el depósito de combustible (52) está fijado, pudiéndose desprender de él, al cartucho (12, 112, 212) de modo que el depósito de combustible (52) se puede rellenar o sustituir.
- 15 3. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 en el que la unidad de electrodo de membrana (54) está fijada, pudiéndose desprender de él, al cartucho (12, 112, 212) de modo que la unidad de electrodo de membrana (54) se puede reparar o sustituir.
- 20 4. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 en el que el dispositivo electrónico (11, 111, 211) además comprende un primer contacto eléctrico (18, 118, 218) y un controlador (20) y el cartucho (12, 112, 212) además comprende un segundo contacto eléctrico (46, 146, 246) y cuando el cartucho (12, 112, 212) interopera con el dispositivo electrónico (11, 111, 211) el primer y segundo contactos eléctricos (18, 118, 218, 46, 146, 246) se tocan de modo que el controlador (20) controla las funcionalidades del dispositivo electrónico (11, 111, 211) y el cartucho (12, 112, 212).
- 25 5. Cartucho para pila de combustible según la reivindicación 1 en el que la unidad de electrodo de membrana (54) comprende un ánodo (54a), una membrana de intercambio de protones y un cátodo (54c).
- 30 6. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 4 comprendiendo además el cartucho (12, 112, 212) un dispositivo de almacenamiento de información (47) interconectado eléctricamente con el segundo contacto eléctrico (46, 146, 246) y cuando el cartucho (12, 112, 212) interopera con el dispositivo electrónico (11, 111, 211) el dispositivo de almacenamiento de información (47) lo puede leer el controlador (20).
- 35 7. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 comprendiendo además el cartucho (12, 112, 212) un intercambiador de calor (56) aguas arriba de la unidad de electrodo de membrana (54) de modo que el combustible se puede conducir hasta el intercambiador de calor (56) para su enfriamiento y posteriormente a la unidad de electrodo de membrana (54).
- 40 8. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 comprendiendo además el cartucho (12, 112, 212) un filtro de iones (58) aguas abajo del depósito de combustible (52).
- 45 9. Cartucho para pila combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 4 comprendiendo además el cartucho (12, 112, 212) un sensor de iones (60) estando el sensor de iones (60) conectado eléctricamente con el segundo contacto eléctrico (46, 146, 246).
- 50 10. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 en el que la unidad de electrodo de membrana (54) es desechable.
11. Cartucho para pila combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 en el que el depósito de combustible (52) es desechable.
12. Cartucho para pila de combustible (12, 112, 212) según la reivindicación 1 en el que la unidad de electrodo de membrana (54) es un apilamiento.



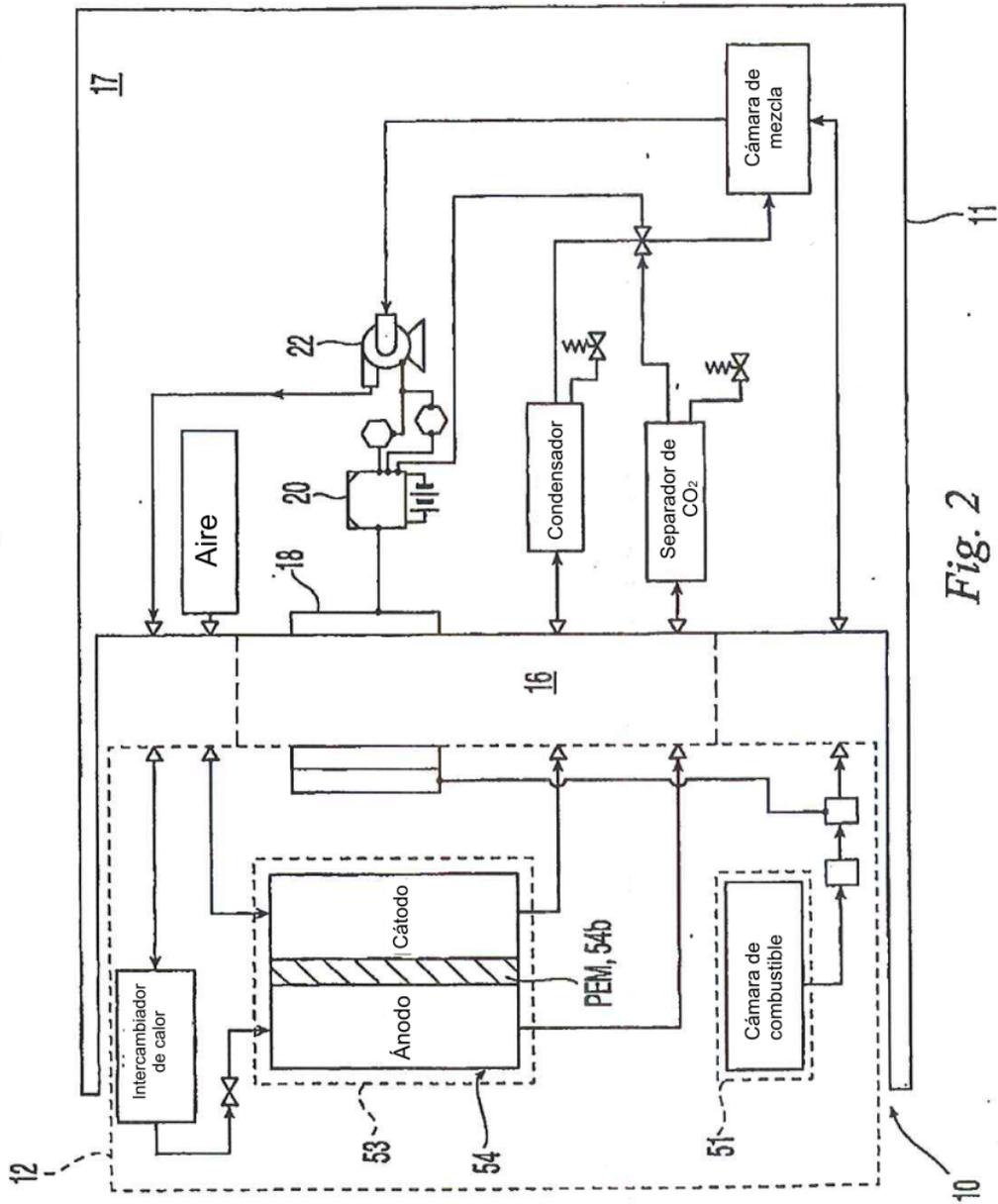


Fig. 2

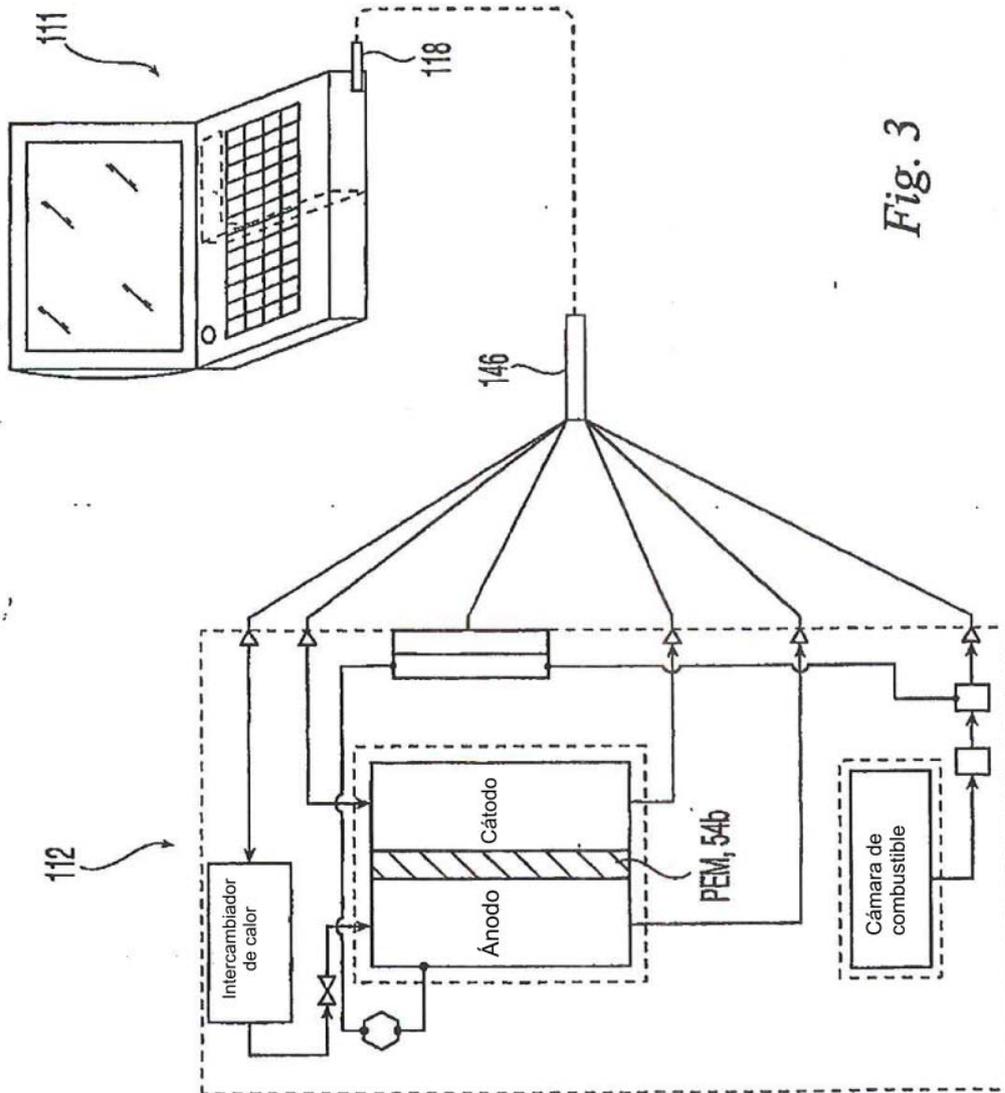


Fig. 3

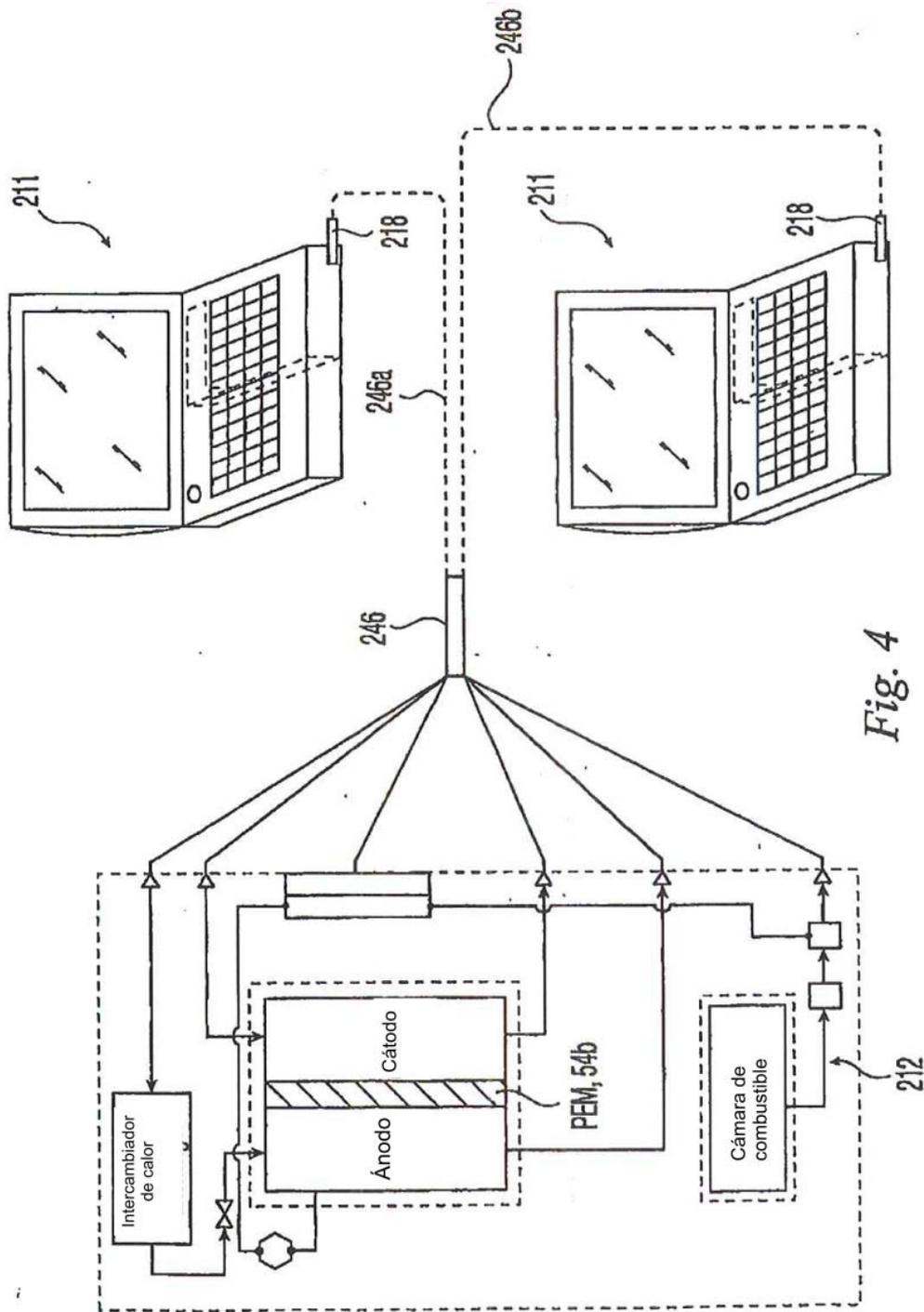


Fig. 4



REFERENCIAS CITADAS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA

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.

5 **Documentos de patentes citados en la memoria descriptiva**

- |    |  |  |
|----|--|--|
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• US 5992008 A [0006]</li> <li>• US 5945231 A [0006]</li> <li>• US 20030082427 A [0010] [0012]</li> <li>• US 20030082416 A [0013]</li> <li>• US 20030082426 A [0013]</li> <li>• WO 02099916 A [0013]</li> <li>• US 20030077493 A [0018]</li> <li>• US 20030096150 A [0018]</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• US 10629004 B [0032]</li> <li>• US 10629006 B [0032]</li> <li>• US 10725235 B [0037]</li> <li>• US 6630518 B1 [0041]</li> <li>• US 20030131663 A [0045]</li> <li>• US 20030134162 A [0045]</li> <li>• US 6254748 B [0045]</li> <li>• US 6306285 B [0045]</li> <li>• US 4496309 A [0047]</li> <li>• US 4560345 A [0047]</li> </ul> |
| 15 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• US 10356793 B [0032]</li> </ul>   |  |