

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 329**

51 Int. Cl.:

F23C 13/00 (2006.01)
F23C 13/02 (2006.01)
F23C 13/08 (2006.01)
F23D 3/02 (2006.01)
F23D 14/18 (2006.01)
F23D 17/00 (2006.01)
F23D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2002 E 02766538 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 1442254**

54 Título: **Calentador catalítico con membrana**

30 Prioridad:

09.10.2001 US 327310 P

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

03.03.2014

73 Titular/es:

**GHT GLOBAL HEATING TECHNOLOGIES AG
(100.0%)
Rathausstrasse 7
6340 Baar, CH**

72 Inventor/es:

**HOCKADAY, ROBERT G.;
TURNER, PATRICK S.;
BRADFORD, ZACHARY R.;
DEJOHN, MARC D.;
NAVAS, CARLOS J. y
VAZ, HEATHCLIFF L.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 445 329 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

Calentador catalítico con membrana

Antecedentes de la invención

5 Se conocen los calentadores de combustión sin llama. Típicamente funcionan sobre el principio de que un combustible hidrocarbonado, cuando entra en contacto con un catalizador adecuado en presencia de aire (u oxígeno), se somete a combustión y libera calor. Este calor puede luego distribuirse y utilizarse para una diversidad de propósitos.

10 Una diversidad de patentes describe la incorporación de dicho dispositivo en una prenda tal como una chaqueta o un cinturón para proporcionar calor al cuerpo. Típicamente describen medios para bombear el combustible, precalentando la mezcla de combustible y aire (a menudo por ignición) y controlando la alimentación de la mezcla a un área catalítica y la distribución de calor resultante de la reacción. Estos sistemas tienden a añadir mucha complejidad y coste a los productos a los que se incorporan.

15 Asimismo, estas patentes describen calentadores que por lo general se basan en combustibles de alcano, preferiblemente propano o butano. Estos combustibles son gases, y como tales, no se prestan a ser transportados fácilmente en aplicaciones portátiles como prendas de vestir. Si se usan alcoholes líquidos como combustibles, la mezcla de combustible y aire se precalienta y enciende antes de que ocurra la combustión catalítica. Los combustibles de esta categoría incluyen metanol, nafta y etanol. Es ventajoso hacerlos reaccionar en la fase gaseosa con aire en presencia de un catalizador. Ya que los alcoholes son líquidos bajo condiciones operativas, una forma de lograr este objetivo se describe en la patente de Estados Unidos 6.062.210, que indica medios para
20 alimentar combustible de metanol a través de poros dispuestos en un tubo de alimentación próximo al catalizador. No obstante, este método no es selectivo, en el sentido que los poros también permiten el pasaje de otras sustancias, que pueden estar presentes con el metanol combustible. Este método puede también permitir el pasaje de combustible líquido e inundar el catalizador.

Éstas y otras desventajas se superan en la invención descrita en este documento.

Compendio de la invención

25 La invención descrita en el presente documento se refiere a un calentador catalítico portátil en el que se suministran vapor y aire de combustible (u otro medio de suministro de oxígeno) a un catalizador. El catalizador promueve la combustión sin llama del combustible que libera calor. El combustible líquido se suministra a través del uso de una membrana selectivamente permeable, de forma tal que solamente los vapores de combustible se propagan a través
30 de la membrana y se alimentan al catalizador. El catalizador se dispone sobre un soporte que permite la difusión y el mezclado de los reaccionantes, tal como un fieltro de fibra poroso recubierto con catalizadores. Alternativamente, la membrana selectivamente permeable puede soportar el catalizador. El suministro de combustible a la membrana selectivamente permeable y la identidad exacta de la membrana sirven como una manera de regular el grado de calentamiento provisto por el calentador catalítico. La filtración molecular selectiva del combustible a través de la membrana evita que el calentador catalítico se contamine con impurezas en el combustible, como sales. La permeabilidad selectiva de la membrana a los combustibles (p. ej., metanol), en el producto (es decir, agua), evita que el reservorio de combustible líquido se contamine con el producto y mantiene la concentración de combustible y un índice estable de administración del combustible. Al contener el combustible detrás de la membrana selectiva y al
35 usar difusión para suministrar el combustible, el índice depende de la concentración de líquido en contacto con la membrana de combustible más que de la presión de vapor del combustible. Esto hace que la administración de combustible y aire al catalizador sea menos sensible a la temperatura.

Otra característica de la invención es un recubrimiento adicional que protege el catalizador de combustión contra contaminación y puede potenciar los efectos catalíticos. Si el recubrimiento tiene la capacidad de conducir iones (es decir, protones), se puede usar para aumentar o reducir el índice de combustión catalítica a través de procesos electromecánicos en los catalizadores (eliminación/adición de intermedios de hidrógeno/protones a la superficie catalítica). Esto se puede lograr insertando dos electrodos en alguno de los lados del recubrimiento y aplicando un voltaje en dicho recubrimiento. El recubrimiento también tiene cierta permeabilidad al combustible y a los productos de la reacción de combustión. Cumple el propósito de adherir los polvos del catalizador al sustrato en el que se soportan y puede limitar el índice de combustión catalítica cumpliendo incluso la función de un mecanismo más de
45 regulación en nuestra invención. El recubrimiento puede además tener afinidad hacia el combustible, el oxidante y productos que aumentan la eficacia del combustible. El calentador catalítico puede incorporarse a un sistema para diversas aplicaciones. Una de las características exclusivas de usar un combustible líquido con la membrana selectivamente permeable próxima al calentador catalítico es que cuando el combustible alcanza su punto de ebullición, elimina el calor del sitio de la reacción catalítica y subsiguientemente limita la temperatura máxima. El combustible vaporizado puede condensarse en un intercambiador de calor y suministrar la energía térmica del
50 calentador eficientemente. Se pueden elegir distintas mezclas de combustibles o una presión máxima del reservorio de combustible para determinar el punto de ebullición del combustible y en consecuencia la temperatura máxima del calentador. Este mecanismo de ebullición del combustible con la retrodifusión de dióxido de carbono y nitrógeno

puede también emplearse para mantener el combustible homogéneo y autopurgante. Al mantener el combustible homogéneo y no en contacto directo con los catalizadores, el calentador puede purgarse fácilmente de contaminación de combustible drenando el combustible.

5 Otra característica de la presente invención es que la membrana a través de la cual se alimenta el combustible no es propensa a fallas. A diferencia de la patente de Estados Unidos 6.138.665 en la que el combustible fluye por tubos porosos, nuestra invención describe el uso de una membrana que trabaja por difusión. Una forma práctica en la que es importante esta característica es la capacidad de operar un calentador catalítico con combustible de metanol puro, y sin agregado de agua.

10 Incluso otra característica de la presente invención, debido al mecanismo de aprovisionar combustible usando la membrana selectivamente permeable, es que el calentador catalítico es insensible a la orientación. Se necesita un suministro estable de combustible líquido o combustible gaseoso para mantener contacto con la membrana selectivamente permeable. Las burbujas y los sacos de gas en el combustible no afectarán de manera significativa la difusión del combustible a través de la membrana selectivamente permeable, siempre y cuando la superficie de la membrana se humedezca con combustible. Se podría usar un recubrimiento húmedo de material de mecha para propagar el combustible líquido uniformemente sobre la superficie de las membranas selectivamente permeables. Aumentar la presión hidráulica no aumentará significativamente la concentración de un combustible líquido contra una membrana selectivamente permeable. Por lo tanto, el índice de difusión de combustible no se modificará si el sistema se invierte causando una presión hidráulica baja o alta en la membrana selectivamente permeable. La presente invención tampoco depende del uso de bombas que añaden complejidad y coste al calentador, para crear una mezcla oxidante de combustible.

20 Otras características de la presente invención son la presurización del combustible detrás de la membrana selectivamente permeable y su flexibilidad, que permiten controles pasivos únicos de la difusión de combustible y aire. La difusión selectiva de temperatura a través de la membrana puede también utilizarse para limitar o acelerar el suministro de combustible. A su vez, la flexibilidad de los polímeros y materiales de caucho utilizados en esta invención permite flexibilidad en el embalaje en una amplia variedad de aplicaciones tales como prendas de vestir, frazadas, máquinas, viviendas, contenedores de embarque, contenedores de almacenamiento, productos químicos para atraer insectos, humidificadores y generadores de perfume.

Técnica anterior

30 Weiss US 2.764.969 "Heating Device". Esta patente describe un sistema de calentamiento catalítico que comprende una pluralidad de tubos que dirigen el calor generado desde la reacción hacia diferentes partes del cuerpo del usuario. No describe medios para usar una membrana selectivamente permeable.

35 Bals et al. US 5.331.845 "Probe and Method for Detecting Alcohol". Esta patente describe una sonda para medir la concentración de un alcohol. La sonda tiene una membrana que es permeable para vapores del alcohol pero sustancialmente impermeable para el líquido. No describe la aplicación del sistema a un calentador de combustión catalítico.

Welles US 5.901.698 "Mechanically Compliant and Portable Catalytic Heating Device". Esta patente describe un calentador catalítico portátil en el que los reaccionantes se liberan de manera uniforme a través de tubos de poros tejidos con filamentos de vidrio impregnados de catalizador hacia una estructura de tipo tela con forma de lámina encerrada en un sobre Mylar. No describe el uso de materiales de membrana que sean selectivamente permeables.

40 Yates y Yates US 5.928.75 "Body Warmer Belt". Esta patente describe un sistema calentador en la forma de un cinturón para calentar la región del riñón del usuario. Utiliza una bolsa de calentamiento compuesta por carbón activado, hierro en polvo y agua salada y fibras de vidrio. No cubre medios para regular la cantidad de calor usando membranas permeables, y no describe cómo apagar el dispositivo.

45 Welles US 6.062.210 "Portable Heat Generating Device". Esta patente describe un calentador catalítico portátil en el que los reaccionantes son dirigidos a través de canales contenidos dentro de una delgada lámina de material elastomérico flexible. Los elementos de calor catalítico se disponen dentro de dichos canales. No describe el uso de materiales de membrana que sean selectivamente permeables.

50 Hanada et al. US 6.138.664 "Warming Jacket". Esta patente describe un calentador catalítico incorporado a una chaqueta para proporcionar calor al cuerpo de un usuario. No describe el uso de materiales de membrana selectivamente permeables.

Welles US 6.138.665 "Portable Heat Generating Device". Esta patente describe un calentador catalítico portátil en el que los reaccionantes se liberan uniformemente a través de tubos porosos tejidos con filamentos de vidrio impregnados con catalizador a una estructura de tipo tela con forma de lámina cerrada en un sobre Mylar. No describe el uso de materiales de membrana selectivamente permeables.

Hanada et al. US 6.206.909 B1 "Portable Warmer Suitable for a Body". Esta patente describe un calentador catalítico portátil incorporado a un cinturón que se usa para calentar el cuerpo de un usuario. No describe el uso de membranas selectivamente permeables.

Marcas/Materiales:

- 5 Membranas de caucho de silicona
Specialty Silicone Products
Corporate Technology Park
3 McCrea hill Road Ballston Spa, NY 12020
Electrolito polimérico DAIS (DAC589- disolución sólida al 9,1%)
- 10 DAIS-Analytic Corp.
11552 Prosperous Dr.
Odessa, FL 33556
fieltro Zylon
Toyobo
- 15 2-8, Dojima Hama 2-Chome, Kita-ku
Osaka, 530-8230, Japón
catalizador negro de Pt/Ru sobre carbono
Alfa-Aesar
30 Bond Street
- 20 Ward Hill, MA 01835-8099
Cool Max
DuPont Corporation
1007 Market Street
Wilmington, Delaware 19898
- 25 Engelhard
Chemical Catalysts Group
554 Engelhard Dr.
Seneca, SC 29678
Nafion: ácido perfluorosulfónico, DuPont Corporation.
- 30 Soluciones de alcohol disponibles a través de:
Solutions Technology, Inc.,
P.O. Box 171
Mendenhall, PA 193 57.
Aldrich Chemical Company
- 35 P.O.Box 2060
Milwaukee WI 53201

Breve descripción de los dibujos

FIG. 1. Vista transversal del tanque de combustible con catalizador soportado por membrana y fieltro.

FIG. 2. Vista transversal del tanque de combustible con membrana y catalizador protegidos en una matriz y una membrana de difusión exterior.

5 FIG. 3. Vista transversal de suministro de combustible en un tubo selectivamente permeable y un catalizador tubular circundante que soporta tela no tejida.

FIG. 4. Vista transversal del suministro de combustible y aire en un tubo a un catalizador tubular cercado que soporta fieltro o tela no tejida.

10 FIG. 5. Vista transversal del tanque de combustible con calentador de membrana y termopila y superficies del intercambiador de calor.

FIG. 6. Vista transversal del sistema de calentador catalítico con termopila, válvulas, ventiladores, termostato de regulación electrónico y canales de flujo de gas.

FIG. 7. Representación esquemática del sistema de control eléctrico para el sistema del calentador catalítico.

15 FIG. 8. Vista transversal de la celda electroquímica del calentador catalítico y alimentación del combustible de difusión.

FIG. 9. Vista transversal del calentador catalítico con regulación de calor con válvulas de la membrana.

FIG. 10. Vista transversal del calentador catalítico configurado con una ampolla de combustible selectivamente permeable.

20 FIG. 11. Vista transversal de una ampolla de combustible selectivamente permeable con un recipiente impermeable de combustible.

FIG. 12. Vista transversal del calentador catalítico configurado con una ampolla de bomba.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En la Fig. 1, se muestra un tanque de combustible 10 llenado con combustible de metanol 11. El tanque de aluminio 10 tiene una membrana de caucho de silicona 8 (Specialty Silicone Products, Corporate Technology Park, 3 McCrea Hill Road, Ballston Spa, NY 12020) sellada a la pared del tanque con 100% sellador de caucho de silicona (GE Silicones, Waterford, NY 12188). El combustible de metanol 11 preferiblemente se propaga a través de la membrana de caucho de silicona 8 para mezcla con el aire 12. Los distintos combustibles alternativos 11 son formaldehído, ácido fórmico, 1,3,5-trioxano, di-metil-éter, acetona y pentano, entre otros. Un fieltro de polibenzoxazol (PBO), una fibra de alto rendimiento y alta temperatura 5 (fieltro Zylon, Toyobo, 2-8, Dojima Hama 2-Chome, Kita-Ku, Osaka, 530-8230, Japón) está recubierta con catalizador negro de platino y rutenio (Pt/Ru) 6 (Alfa-Aesar Alfa-Aesar 30 Bond Street Ward Hill, MA 01835-8099). Los fieltros alternativos están hechos de fibras de polibencimidazol (PBI), poliimididas, alúmina, fibra de vidrio, circonio, cuarzo, p-aramidas. Esta capa del catalizador se sobre-recubre luego con un recubrimiento delgado 7 tal como un electrólito polimérico sólido DAIS (DAIS-Analytic Corp., 11552 Prosperous Dr., Odessa, FL 33556), Nafion (Solution Technology, Inc., Mendenhall, PA 19357) o caucho de silicona. Los recubrimientos y materiales ilustrativos se pueden depositar pulverizando con pistola de pintar una suspensión de los polvos del catalizador. Los sobre-recubrimientos se pueden depositar pulverizando con pistola de pintar un electrólito polimérico sólido disuelto en un disolvente y secado al aire o en gas inerte. En funcionamiento, el aire y el combustible se propagan hacia el fieltro recubierto 5 y tiene lugar la combustión catalítica sobre la superficie del catalizador negro de Pt/Ru. El fieltro 5 provee un sustrato resistente a altas temperaturas y con una baja capacidad de calor. El catalizador 6 descompone el metanol y lo oxida con oxígeno del aire. Los catalizadores específicos utilizados son aquellos que pueden oxidar hidrocarburos y monóxido de carbono, que es la última etapa del proceso de combustión catalítica. El sobre-recubrimiento 7 en el catalizador cumple la función de proteger y adherir los polvos del catalizador y los recubrimientos al fieltro 5. También tiene una alta solubilidad y afinidad hacia el combustible y agua, de modo que aumenta la concentración del combustible en el catalizador 6. El sobre-recubrimiento 7 también tiene una permeabilidad alta pero limitada a combustible y oxígeno, que limita los índices de combustión catalítica en la superficie del catalizador y evita que el catalizador llegue a una alta temperatura o combustión de llama. La combustión a alta temperatura puede dañar los componentes. La permeabilidad selectiva del recubrimiento 7 sobre el catalizador puede proteger el catalizador, evitando que grandes moléculas orgánicas y sales alcancen la superficie del catalizador 6 y limiten la presencia de productos tales como agua en la superficie del catalizador, protegiendo la superficie del catalizador contra contaminación ambiental. Los recubrimientos 7 en catalizadores tales como Nafion o DIAS que son electrolíticos pueden mejorar la oxidación catalítica. El recubrimiento 7 sobre la superficie del catalizador 6 puede además tener una permeabilidad que cambie con la temperatura para actuar como moderador de combustible y oxidante. Como ejemplo, materiales tales como los electrólitos poliméricos sólidos (p. ej., Nafion y DAIS) tienen menor permeabilidad del metanol cuando se

deshidratán con temperatura en aumento. El filtro catalizado 3 quema catalíticamente la mezcla de metanol y aire a medida que el oxígeno 12 se propaga desde el aire circundante y el metanol se propaga a través de la membrana selectivamente permeable 8. La permeabilidad selectiva de la membrana 8 previene que el agua diluya el combustible y reduzca el índice de suministro de combustible. También filtra muchos contaminantes que podrían estar en el combustible para que no lleguen a los catalizadores 6. La difusión selectiva a través de membranas es dominada por el gradiente de concentración en ellas y su permeabilidad a temperaturas particulares. El suministro de combustible es por lo tanto independiente de la presión de vapor del combustible cuando se sumerge la membrana selectiva en el combustible. El calor producido por el filtro del catalizador 3 es conducido hacia el tanque de combustible de aluminio 10 y hacia la pared de cubierta de aluminio 4. El calor puede conducirse y distribuirse hacia la aplicación a través de estas superficies. El calor puede también transferirse vaporizando y condensando el combustible tal como metanol desde el tanque de combustible 10 hacia el tubo de ventilación 2. El combustible 11 tal como metanol se condensará en el tubo de ventilación 2 y retornará al tanque de combustible 10 por gravedad. El dióxido de carbono producido en el quemador catalítico sale a través de la ruta de difusión de entrada 12 o a través de la membrana de silicón 8. Cuando el calentador está funcionando, la temperatura puede llegar por encima del punto de ebullición del combustible y bullir. El vapor combustible sube al tubo de ventilación 2 y se condensa en las paredes del tubo de ventilación 2. Esta ebullición del combustible actúa para limitar la temperatura del calentador 3 por eliminación del calor con el combustible vaporizado 9. El dióxido de carbono disuelto en el combustible también se elimina del combustible por la ebullición 9 del combustible 11 y se ventila 1 fuera del tubo de ventilación 2.

En la Fig. 2, el calentador está compuesto por partículas del catalizador 13 incorporadas a un material tal como caucho de silicón, Nafion, DAIS u otro material protector selectivamente permeable 21. Las partículas del catalizador 13 pueden consistir en una película delgada de catalizador de platino y rutenio (Pt/Ru) o aglomeraciones atómicas de catalizador de platino (Pt) 23 dispersadas sobre partículas de zeolita, alúmina o carbono activado de gran área superficial 22. En este diseño, el combustible se propaga a través de la membrana selectivamente permeable 18, a través del material protector 21 a las partículas del catalizador 13. Se propaga oxígeno del aire 15 a través de una membrana externa hecha con caucho de silicón o un filtro poroso hacia polvo y agua líquida tal como politetrafluoro etileno microporoso 14 (DuPont Corporation, 1007 Market Street, Wilmington, Delaware 19898), o Nafion: ácido perfluorosulfónico (DuPont Corporation). Las soluciones alcohólicas de Nafion están disponibles a través de: Solutions Technology, Inc., P.O. Box 171, Mendenhall, PA 193 57., Wilmington, DE. Sobre esta membrana externa 14, óxidos de perfluoropolialquileno tales como óxido de poliperfluoropropileno u óxido de poliperfluoropropileno co-perfluoroformaldehído, (Aldrich Chemical Company, P.O.Box 2 060 Milwaukee WI 53201) pueden recubrirse para darle permeabilidad más selectiva al oxígeno y retener selectivamente el combustible. La membrana de oxígeno puede también ser un material o mecanismo mecánico que aumente o reduzca su índice de difusión del oxígeno, dependiendo de la temperatura, limitando así la combustión catalítica. La membrana externa 14 puede también ser un material o mecanismo mecánico que cambie sus propiedades de aislamiento térmico de modo que a bajas temperaturas sea un buen aislante y a temperaturas superiores sea un material de transferencia de calor. Un material microporoso tal como fieltro de politetrafluoroetileno (PTFE) expandido, polibencimidazol (PBI) o lámina de poliimida perforada también podría ser eficaz para crear un filtro de difusión y región de aislamiento térmico 14 entre el catalizador 13 y el aire exterior 15. El oxígeno se propaga a la superficie de las partículas del catalizador 13 para reaccionar con el combustible del catalizador 23. El calor generado por la combustión catalítica es conducido hacia el tanque de combustible y hacia la superficie externa del filtro de aire 14. El calor puede suministrarse a la aplicación a través de la funda 20 (hecha de aluminio, PVC o acero inoxidable), el tubo de condensación 17 o la superficie de la membrana de aire 14. El combustible de metanol 21 bullirá cuando alcance el punto de ebullición y eliminará calor desde la superficie de la membrana de combustible 18. El agua y el dióxido de carbono producidos por combustión en el catalizador 13 se propagarán a través del material protector y la membrana de combustible 18 y hacia fuera a través de la membrana de aire 14. La permeabilidad selectiva del combustible en el agua de la membrana de combustible 18, comparada con la membrana de aire 14, bloqueará el producto con agua para que no se propague hacia el combustible 21 y la ruta de escape de agua dominante será a través de la membrana externa 14. Los materiales de caucho de silicón, Nafion y DAIS, tendrán una alta permeabilidad al dióxido de carbono. Una gran fracción del dióxido de carbono del producto se propagará a través de la membrana de combustible 18 hacia el combustible 21. Junto con la eliminación de calor mediante ebullición del combustible 19 y condensación 78 en los tubos de salida 17, el dióxido de carbono se ventila 16 desde el combustible con el metanol en ebullición 19. El metanol condensado 78 en el tubo externo 17 vuelve al tanque de combustible por arrastre gravitacional. Este dispositivo descrito con la adición de un esquema de abastecimiento de combustible podría usarse como calentador de bolsillo en prendas de vestir.

En la Fig. 3, el combustible de metanol 26 está contenido en un tubo de caucho de silicón 28 revestido con una fibra de poliéster que humedece la envuelta del tubo 33 hecho de Cool MaxO (Du Pont). El tubo de caucho de silicón 28 está rodeado por fieltro poroso cilíndrico de PBO o tela no tejida 31 que se recubre con el catalizador 30.

El tubo de fieltro recubierto con catalizador 31 luego es rodeado por una tela no tejida de PBO no recubierto 29. En funcionamiento, el combustible de metanol 26 se propaga a través de la pared del tubo de caucho de silicón 28 y hacia fuera, hacia las partículas del catalizador 30. El oxígeno se propaga desde la atmósfera 27 a través de la tela no tejida de PBO externa 29.

El calor de la combustión catalítica es conducido a través de la tela no tejida de PBO externa a las zonas circundantes. Este diseño de tubo largo puede ser una envoltura o una serpentina de la aplicación que se ha de

calentar. El combustible 26 bullirá 25 cuando la temperatura del calentador alcance su punto de ebullición. El combustible vaporizado 25 sube al tubo y se condensa 32 en el tubo de ventilación 2. El combustible condensado 32 vuelve al combustible en el tubo goteando hacia la envuelta del tubo 33.

La Fig. 4 muestra una vista transversal de tubos cilíndricos, en donde el combustible de metanol 49 y el aire 35 están contenidos en tubos paralelos 36 y 38. El combustible de metanol 49 está contenido en un tubo 36 y el aire 35 es bombeado a través del tubo adyacente 38 o tubos. El tubo de aire 38 está hecho de caucho de silicona u otros polímeros y está perforado con pequeños poros 47 para permitir que fluya el aire 35. El tubo de combustible 36 está hecho de caucho de silicona, y el combustible se propaga selectivamente hacia fuera, a través del caucho de silicona hacia el fieltro de PBO o la tela no tejida circundante, que se ha recubierto con partículas del catalizador 39. Las partículas del catalizador 39 son soportadas en un material poroso de zeolita, alúmina o partículas de carbono activado 43. Éstas luego se recubren con películas de Pt/Ru o Pt depositadas con pulverización por bombardeo iónico. Los catalizadores 42 soportados por carbono activado 43 también se pueden obtener de Engelhard (Chemical Catalysts Group, 554 Engelhard Dr., Seneca, SC 29678). Las partículas del catalizador 39 son pulverizadas con aire comprimido hacia el tubo de fieltro de PBO 45. La tela no tejida de PBO 45 con partículas del catalizador 39 luego se humedece y recubre con electrólito DAIS de polímero sólido pulverizado con aire comprimido 41 en un disolvente, diluido con 1-propanol (número de producto). El electrólito polimérico sólido 41 adhiere las partículas del catalizador 39 al fieltro de PBO. Rodeando al tubo de fieltro de PBO cubierto con catalizador 45 hay un segundo tubo de fieltro de PBO 44. Este segundo tubo de fieltro de PBO 44 actúa como aislante térmico del tubo de capa exterior 40. Los orificios de ventilación 46 dispuestos al final del tubo de capa exterior 40 están hechos de acero inoxidable o caucho de silicona. En funcionamiento, el combustible de metanol 49 fluye por el tubo de combustible 51 desde un reservorio 37. El combustible de metanol 49 se propaga a través de las paredes de caucho de silicona del tubo de combustible 36 hacia las partículas del catalizador 39. El metanol se propaga a través del recubrimiento 41 en las partículas hacia la superficie catalítica 42. Se bombea aire a través del tubo de aire 38 y a través de los orificios de ventilación en el tubo de aire 38 de la salida de derivación 48. Se propaga aire a través de los recubrimientos 41 al catalizador de Pt/Ru.

El metanol y el oxígeno entran en combustión en las superficies del Pt/Ru 42 y producen dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono se propaga hacia afuera a través del recubrimiento del catalizador 41 para ser transportado por el flujo de aire y la salida 46, o se propaga hacia el combustible 49 a través de la pared del tubo de combustible 36. El dióxido de carbono disuelto en el combustible 49 se transportará con el flujo del tubo de combustible 36 hacia el tanque de reservorio 37, donde puede ventilarse mediante un orificio de ventilación 34 en el tanque de reservorio 37. El agua del producto se propaga a través del recubrimiento del catalizador 41 desde la superficie catalítica 42 y se transporta hacia fuera de la ventilación de aire 42 con el flujo de aire. Debido a la permeabilidad selectiva del tubo de combustible 36, muy poca agua de producto puede propagarse nuevamente hacia el combustible 49. Esto mantiene el combustible puro y su índice de difusión constante a través de la pared del tubo de combustible 36. El calor generado a partir de la quema catalítica se conduce desde las superficies del catalizador 42, a través del recubrimiento 41, a través de los fieltros 45 y 44 hasta el combustible y el tubo de combustible y la superficie de la capa externa 40. El calor producido puede suministrarse a la aplicación o bien a través de conducción de la capa externa 40 o hacia el combustible que fluye 49 y el aire 35 en el combustible 36 y los tubos 38 de aire. El combustible de metanol 49 también puede bullir 50 y eliminar calor. Alternativamente, el calor también puede suministrarse mediante el flujo de aire fuera del flujo de derivación 48, el flujo de gases de escape a través de la ventilación 46 y la condensación de combustible en las paredes del reservorio de combustible 37.

En la Fig. 5, se muestra un sistema de circulación de percolación con intercambiadores de calor y una termopila. En este esquema, el reservorio de combustible se llena con combustible de metanol 76. El combustible se alimenta por gravedad 75 a través del tubo de suministro 70 hacia la parte inferior de la membrana de combustible 58. El combustible 76 se propaga a través de la membrana de combustible 58 al fieltro de PBO 77 recubierto con catalizador de Pt/Ru depositado por pulverización iónica 56, y electrólito polimérico sólido DAIS 57.

El oxígeno se propaga desde el aire exterior 73 a través de los canales del bloque de aluminio del intercambiador de calor 72. Los productos de combustión resultantes de dióxido de carbono y agua se propagan a través de los canales del bloque de aluminio 72. Parte del dióxido de carbono se propaga a través del filtro de combustible 58 hacia el combustible. El calor producido por la combustión catalítica en el fieltro de PBO 77 recubierto con Pt/Ru 56 se dirige hacia el bloque de aluminio de los canales 72, a través de la membrana de combustible 58 y hacia el combustible 76. Cuando la temperatura del combustible alcanza su punto de ebullición, el combustible bulle y crea burbujas 68 en el combustible. Las burbujas se elevan hasta un intercambiador de calor de aluminio 60. En el intercambiador de calor 60, el combustible vaporizado 68 se condensa 61 y proporciona calor. Las burbujas de dióxido de carbono 59 que quedan después de que el combustible se condensa continúan con el flujo 63 de combustible hasta el tanque de reservorio 74. El dióxido de carbono 59 no permanece en solución en las ventilaciones de combustible a través de una válvula de ventilación 64 en el tubo de ventilación 62.

El metanol que es transportado con el gas de ventilación es quemado catalíticamente por un fieltro recubierto con catalizador 71 que cubre el tubo de salida 62 y una válvula de ventilación 64. El calor que viaja hacia el bloque de aluminio de canales 72 pasa por un aislante de cerámica 53 hacia la termopila 54. La termopila consiste en las juntas de Peltier formadas por bloques de aleación de bismuto y telururo 54, conductores de metal 52 y las terminales 55 y 69. El calor fluye a través de la termopila hacia afuera mediante un segundo aislante cerámico 66 y

hacia un intercambiador de calor de aluminio con canales 67. Cuando el intercambiador catalítico está funcionando, la termopila genera energía eléctrica además de suministrar calor.

En la Fig. 6, el sistema que se muestra emplea el calentador catalítico con intercambiadores de calor, termopila, flujo de aire bombeado, válvulas de control de combustible y controles electrónicos. Esta figura es una ilustración de una aplicación del calentador catalítico que será un calentador electrónico de aire de flujo controlado por termostato. En este esquema, el reservorio de combustible se llena con combustible de metanol 81. El combustible se alimenta por gravedad a través de un tubo de combustible 80 a la parte inferior de la membrana de combustible 108 en el tubo de combustible 80. Se dispone una válvula de cierre 100 cerca de la entrada hacia la membrana de combustible en la línea de alimentación. Una segunda válvula 79 se dispone cerca de la salida hacia el tanque de combustible. Ambas válvulas podrían ser electrónicamente controladas pero el modo de operación más probable consiste en cerrar eléctricamente la válvula superior 79 y detener el flujo de aire a través del sistema. La válvula de cierre inferior 100 podría ser una válvula manual. El calentador 115, 106, 107 continuaría calentando pero impulsaría el combustible hacia afuera de la membrana de combustible 108 con combustible vaporizado. Esto mantendría el equilibrio presión/temperatura con el calentador, de modo que el calentador permanecería inactivo con muy poco combustible. Cuando la temperatura cae debajo del punto de ebullición del combustible, se condensaría y rellenaría el área cerca de la membrana de combustible y posteriormente comenzaría el calentador a repetir el ciclo. El cierre de la válvula de cierre 100 detendría el flujo de combustible hacia el calentador, que continuaría funcionando hasta que el combustible vaporizado 99 y el combustible líquido 110 volvieran al reservorio de combustible 103 o entraran en combustión en el quemador catalítico 115, 106, 107. Esto cerraría el sistema del calentador. Válvulas de seguridad de presión 104 y 114 podrían disponerse en el tubo de ventilación del reservorio de combustible 82 y en alguno de los lados de la válvula superior 79 para liberar el exceso de presión y de gas dióxido de carbono. Las válvulas de seguridad 104, 114 y las ventilaciones pueden incorporarse como sellos accionados por resortes en tapas. La presión abierta para estas válvulas de seguridad fija el punto de ebullición del combustible de metanol u otros combustibles. Se pueden usar distintos combustibles para fijar la temperatura externa máxima del quemador catalítico. Usando caños de calor en paralelo con un fluido de ebullición y una cantidad fija de gas no en ebullición, también puede fijarse la temperatura externa superior del quemador catalítico. Para proporcionar un flujo de aire calentado al calentador catalítico, un ducto 92 se colocará paralelo al intercambiador de calor de salida 85. El aire 84 pasa por el intercambiador de calor 85 mediante un ventilador 89 que se ha de pre-calentar antes de llegar al quemador catalítico. El aire atraviesa los canales de aluminio del quemador catalítico 116 y luego el aire de escape 101 vuelve a pasar por el tanque de combustible 103.

El aire de escape 101 se enfría a medida que pasa por el tanque de combustible 103 y un producto de combustión de agua puede condensarse fuera del aire de escape 101 y recogerse en el tubo de escape 92. En el otro lado de una barrera 112, se aspira aire frío 90 a través del ducto 95 para enfriar el intercambiador de calor 87 en la termopila 113. El aire 83 es luego purgado por un ventilador 97 para pasar por un intercambiador de calor 96 y salir de la aplicación. En funcionamiento, el combustible 81 se propaga a través de la membrana de combustible 108 hacia el fieltro de PBO 115 recubierto con catalizador de Pt/Ru depositado por pulverización iónica 106 y electrólito polimérico sólido DAIS 107.

Se extrae oxígeno desde el aire exterior con un ventilador 89 a través de los canales del bloque de aluminio de intercambio de calor 116. El aire se precalienta a medida que fluye por el reservorio de combustible y los intercambiadores de calor con el aire saliente. Los productos de combustión resultantes de dióxido de carbono y agua son transportados con el flujo saliente a través de los canales del bloque de aluminio 116. Parte del agua del producto puede condensarse a medida que el aire de escape 101 se enfría y puede recogerse. Parte del dióxido de carbono del producto se propaga a través del filtro de combustible 108 hacia el combustible.

El calor producido por la combustión catalítica en el fieltro de PBO 115 recubierto con Pt/Ru 106 ingresa en el bloque de aluminio con canales 116 y atraviesa la membrana de combustible 108 hacia el combustible 81.

Cuando la temperatura del combustible alcanza su punto de ebullición, el combustible bulle y crea burbujas en el combustible 99. Las burbujas en el combustible se elevan hacia un intercambiador de calor de aluminio 85. En el intercambiador de calor, el combustible vaporizado se condensa y suministra calor. Las burbujas de dióxido de carbono 109 que quedan después de que se condensa 111 el combustible 111 continúan con el flujo de combustible hacia el tanque del reservorio 103. El dióxido de carbono 109 no permanece en solución en las ventilaciones de combustible a través de una válvula de ventilación 104 en el tubo de ventilación 82. El calor que viaja hacia el bloque de aluminio con canales 116 pasa por un aislante cerámico 93 hacia la termopila 113. La termopila consiste en juntas de Peltier formadas por bloques de aleación de bismuto y telururo 105, conductores de metal 117 y las terminales 165 y 94. El calor fluye por la termopila a través de un segundo aislante cerámico 86 y hacia un intercambiador de calor de aluminio con canales 87. Cuando el calentador catalítico está funcionando, la termopila genera energía eléctrica además de ser capaz de suministrar calor. La energía eléctrica de la termopila se puede utilizar para hacer funcionar el motor del ventilador 98, cargar una batería y operar la electrónica del control de temperatura para el termostato y las válvulas accionadas eléctricamente. Cuando el sistema esté funcionando, las válvulas 100 y 110 se abrirán. El combustible fluirá hacia la membrana de combustible desde el reservorio y el calentador se encenderá y aumentará la temperatura. En condiciones de mucho frío, un calentador de resistencia 88 que emplea energía de las baterías 122 que se muestran en la Fig. 7, la membrana de combustible 108 y el fieltro del catalizador 115, 106, 107 se usarían para vaporizar el combustible 81 y comenzar la combustión catalítica.

5 Cuando la temperatura alcance el punto de ebullición del combustible 81, la transferencia de calor se aumentará por vaporización y condensación. La termopila 113 producirá suficiente energía como para operar el motor del ventilador 98 y recargar las baterías 122 como se muestra en la Fig. 7. Cuando se haya suministrado suficiente calor a la aplicación, el termostato 118 que se muestra en la Fig. 7 cerrará la segunda válvula 79 y los ventiladores 89, 97 se
 10 apagarán. El combustible vaporizado 99 forzará el combustible líquido 81 nuevamente fuera de la membrana de combustible 108 para que vuelva al reservorio de combustible 103. El calentador catalítico 115, 106, 107 pasará a un índice de combustión inferior solamente propagando oxígeno hacia el calentador a través de los ductos de entrada y salida, y el índice de suministro de combustible se reducirá. Una versión simplificada de un sistema calentador regulado por temperatura podría lograr el control de la temperatura regulando por temperatura la segunda
 15 válvula 79 sola.

En este sistema termostático simplificado, la circulación del flujo de gas es por flujo de aire por convección y ebullición, y condensación del combustible. El sistema eléctrico podría eliminarse usando válvulas que sean válvulas de expansión de fluido o metal (fabricante). Los dispositivos calentadores descritos se pueden usar en una
 20 diversidad de aplicaciones con adaptaciones de componentes en prendas de vestir, frazadas, máquinas, viviendas, contenedores de embarque, contenedores para almacenamiento, generadores de aroma, humidificadores y productos químicos para atraer insectos.

En la Fig. 7, se muestra un dibujo esquemático del sistema de control eléctrico para el calentador de la Fig. 6. En este esquema, la energía eléctrica de las termopilas 119 se alimenta a través de un diodo 124 para cargar una
 25 batería 122. La energía de la batería 122 y la termopila 119 se intercambia a través de un termostato 118. El termostato 118 se representa esquemáticamente para simplicidad como un conmutador bimetalico. Existe una gran cantidad de mecanismos de termostato alternativos tales como un termistor y controles electrónicos integrados. Cuando la temperatura del termostato 118 alcanza el valor establecido deseado, el conmutador se cierra y la corriente opera el ventilador 121 para los calentadores catalíticos y el flujo de aire suministrado. Una válvula electromecánica 120 se abre por el flujo de corriente y permite que el combustible fluya hacia la membrana de
 30 difusión 108 para alimentar al combustible del calentador catalítico 115, 106, 107 que se muestra en la Fig. 6. En este esquema de la Fig. 7, se muestra un segundo conmutador de termostato bimetalico 171 que puede configurarse para cerrarse cuando la temperatura es inferior a la temperatura necesaria para comenzar la combustión catalítica en el calentador 115, 106, 107. Esto desviará la corriente hacia un calentador por serpentín resistente 123 o a la celda electrolítica del catalizador que se muestra en la Fig 8. Una alternativa al calentador de
 35 resistencia es un serpentín de encendido que chispea repetitivamente para encender la mezcla de combustible y aire en la región del catalizador. Esto encenderá la combustión catalítica de modo que cuando el calentador catalítico alcance una temperatura autosustentable, el conmutador de termostato bimetalico 171 se abra, deteniendo la combustión catalítica asistida eléctricamente. Cuando el calentador ha suministrado suficiente calor para llevar la temperatura hasta el valor establecido deseado de la carga, el termostato 171 abre el circuito apagando el ventilador 121. La válvula accionada eléctricamente se cierra y el suministro de combustible a la membrana de difusión 108 se detiene. El calentador catalítico 115, 106, 107 continua funcionando hasta que se haya usado o despejado el combustible de la membrana de difusión 108. La termopila 119 sigue cargando la batería 72 hasta que la temperatura del calentador catalítico cae y el voltaje de la termopila cae debajo de aquel de la batería. El diodo 124 previene luego que la corriente de descarga vuelva a fluir a través de la termopila 119 desde la batería 122.

40 En la Fig. 8, se muestra una celda de combustión electroquímica. Este dispositivo consiste en dos electrodos 129, 126 formados por un fieltro de PBO recubierto con bombardeo iónico de oro 135, 133. La permeabilidad de gas hacia los electrodos se provee mediante poros abiertos 140 en los fieltros 135, 133. Negro de Pt/Ru o Pt/Ru recubierto por pulverización iónica 136, 134 se recubre por pulverización en el fieltro de PBO y un electrolito polimérico sólido DAIS 137, 125 en una solución de 1-propanol en spray se recubre sobre el negro de Pt/Ru 136, 134. Una lámina de electrolito DAIS 138 se inserta entre los dos electrodos 126, 129. Un suministro de combustible de metanol es provisto a la celda por la difusión de metanol a través de una membrana selectivamente permeable 128 y un reservorio 130 de combustible 139 próximo a la celda. En funcionamiento, el combustible de metanol 132
 45 y el aire 131 se propagan hacia la superficie del catalizador 136. Un potencial de voltaje se impone en la celda a través de los electrodos 126, 129.

50 El metanol y el oxígeno se oxidan sobre la superficie del catalizador 136. Diferentes potenciales aplicados a la membrana pueden usarse para acelerar o impedir la combustión catalítica. De este modo, se puede obtener un estricto control sobre el desempeño catalítico. En la superficie del catalizador 136, 134, protones se eliminan del metanol y se trasladan a través del recubrimiento de electrolito 137 a través del electrolito separador 138 y hacia el electrolito del segundo recubrimiento 125. El movimiento de protones a través del electrolito puede también arrastrar
 55 iónicamente el combustible de metanol mediante el electrolito separador 138, aumentando el suministro de combustible que se ha de oxidar. En algunas situaciones con concentraciones específicas de combustible en el lado de la fuente 132 y en el lado de la fuente de aire 131, la celda funcionará como una celda de combustible sin la potencia externa necesaria para generar la corriente a través de la celda. Los productos de la celda son dióxido de carbono y agua, que se propagan fuera de la celda. Esta combustión electroquímica puede incluir las siguientes
 60 cinco estructuras: Primero, el potencial eléctrico en los electrodos puede limpiar los catalizadores. Segundo, la eliminación de protones de la superficie catalítica acelera el desempeño catalítico. Tercero, la corriente eléctrica puede calentar las regiones del catalizador a través de resistencia óhmica. Cuarto, los potenciales electroquímicos en los catalizadores y combustibles pueden inducir desempeño catalítico acelerado, que es muy bajo a temperaturas

ambiente. Quinto, las distintas rutas de descomposición catalítica pueden ocurrir en los catalizadores a distintos potenciales. Por lo tanto, un intervalo más amplio de combustibles y condiciones de los combustibles podría manipularse con este mecanismo, comparado con catálisis no polarizada.

En la Fig. 9, se muestra un mecanismo que usa la membrana de difusión para formar una válvula sensible a presión a fin de regular el suministro de combustible y/u oxígeno a la combustión catalítica. En esta disposición de la invención, la membrana de difusión selectiva 158 puede engrosarse en manchas 144 o tener discos de una película impermeable 144 tal como aluminio adherido con sellador de silicona o recubierto por pulverización iónica en la membrana 158 que corresponden a las aperturas 153 en una placa 152. Un fieltro catalítico 143 se dispone sobre la placa de apertura 152. Dos placas de difusión de aire 148, 157 hechas de aluminio con aperturas acodadas 145, 149 están dispuestas sobre el fieltro catalítico 143. Las placas de apertura 148, 157 están adheridas 164, 150 con sellador de silicona a lo largo del perímetro a través del fieltro catalítico 143 a la placa de apertura 162. Las placas de difusión 148, 157 están separadas unas de otras por el espesor del sello adhesivo 164, 150. Tanto el índice de difusión del combustible como el índice de difusión del oxígeno pueden controlarse o bien mediante placas selladoras flexibles o mediante placas de apertura compresibles no alineadas. Se muestran como un ejemplo de cada una en la Fig. 9. La difusión de oxígeno entre el fieltro catalítico 143 y la primera placa flexible exterior 148, en el lado interior de los poros de oxígeno 145 puede regularse con los mismos mecanismos utilizados con el suministro de combustible. Con las placas de oxígeno, se usan una segunda placa exterior 157 y aperturas no alineadas 149 o aperturas selladoras. La difusión de oxígeno se reduce cuando la membrana de combustible 158 es presionada contra la placa de apertura de combustible 152; el fieltro catalítico 143 y las placas exteriores 148 y 157. En la salida 142 de gas de ventilación 141, se dispone una válvula de presión o válvula limitante de flujo 154. Un tanque de combustible está formado por aluminio 160. Una membrana de combustible de caucho de silicona 158 está adherida con sellador de silicona al tanque de aluminio 160. Contenido dentro del colector de combustible formado por el tanque de aluminio 160 y la membrana de caucho de silicona 158 se encuentra el combustible de metanol 151. En funcionamiento, el combustible 151 es suministrado por difusión a través de la membrana 158. El oxígeno se propaga desde la atmósfera hacia el fieltro catalítico 143 a través de las placas de apertura 157 y 148 hasta el fieltro catalítico 143 generando la combustión de combustible y oxígeno. El calor de la combustión calienta el tanque de combustible 160, hace bullir el combustible 159 y calienta la placa exterior 157.

Debido a la difusión de gases tales como dióxido de carbono y nitrógeno hacia el combustible 151, el tanque de combustible 160 se presurizará. A partir de esta presurización, curva la membrana de combustible 158 y posteriormente presiona contra las placas de apertura 152, 148, 157 y el fieltro catalítico 143, sellando la difusión de combustible y aire al fieltro catalítico 143. Esto se detiene o reduce la producción de calor desde el combustor de calor, dependiendo de la cantidad de reducción de difusión alcanzada por la membrana de combustible 158 y las placas de apertura 152, 148, 157. La combinación de producción de calor y temperatura del calentador puede regularse por el caudal de la válvula de ventilación 154. Cuanto más alto sea el caudal permitido por la válvula, mayor será la liberación de gases propagados hacia adentro del combustible en ebullición 159. Los gases propagados hacia adentro dependen de la temperatura de la membrana de combustible 158 y de la ebullición del combustible 151. Los gases propagados hacia adentro y el combustible vaporizado crean una fuente neta de gases en el tanque de combustible. Al usar una válvula reguladora 154 para ventilar gas 141 en el tubo de salida, la presión del tanque de combustible se regula, el suministro de combustible se regula mediante el contacto con la membrana y posteriormente se regula la producción de calor. Los vapores de combustible 141 liberados por la válvula de regulación entran en combustión mediante una camisa recubierta con catalizador 146, 155, 147 que rodea el tubo de ventilación. Otro mecanismo de regulación de la combustión catalítica ocurre cuando la membrana de combustible 158 presiona contra la placa de apertura 152, que puede también causar que la placa de apertura 152 comprima el fieltro catalítico 143 contra las superficies de pérdida de calor exteriores 148, 157. Esto reduce el aislamiento del fieltro de combustión catalítica 143, enfría la combustión catalítica y reduce los índices de reacción.

En la Fig. 10, se muestra una vista transversal del calentador catalítico configurado con una ampolla de combustible sellada selectivamente permeable. El aprovisionamiento de combustible del calentador catalítico puede ser realizado por ampollas de combustible que suministran el combustible por difusión a través de las paredes de la ampolla. En esta configuración del calentador catalítico, las ampollas de combustible 196 están formadas por un cilindro de caucho de silicona o una bolsa que contiene combustible de metanol 197 con sellador de silicona. Estas ampollas 196 pueden almacenarse en un recipiente impermeable al metanol que se muestra en la FIG. 11 hasta el uso. Se forma un recipiente térmicamente conductor impermeable a metanol y re-sellable tal como un recipiente de aluminio 170, 192 que posee un sellador 180 alrededor del aro. El recipiente se sella desde el exterior (no se muestra) antes del uso. Hay muchos mecanismos posibles para el sellado del recipiente 170, 192, uno de los cuales es un cierre con bisagra y gancho dispuesto alrededor del aro 190 que comprime una junta 180. El recipiente de aluminio 170 tiene aire en orificios de difusión de la pared del recipiente 191. Dentro del recipiente térmicamente conductor impermeable a metanol 170, 192, están contenidos la ampolla de combustible 196 y el fieltro de PBI 193. El fieltro catalizado 193 se forma recubriendo polvo de catalizador de soporte de Pt/Ru sobre carbono 194, y un recubrimiento permeable protector DAIS 195, y se dispone próximo a los orificios de difusión de aire 191. En operación, la ampolla de combustible 196 se dispone en el recipiente 170, 192 y se afianzan juntos. El combustible de metanol se propaga hacia el catalizador 194 a través de la pared de la ampolla 196 y el recubrimiento protector del catalizador 195, mientras el oxígeno se propaga por los orificios 191 en la funda de aluminio 192 y el recubrimiento protector del catalizador 195 hacia el catalizador 194. El combustible de metanol y el oxígeno entran en combustión en forma

catalítica en el catalizador 194 y los productos de agua y dióxido de carbono se propagan hacia fuera a través del recubrimiento protector y los orificios de difusión 191. Parte del producto de dióxido de carbono puede propagarse hacia la ampolla de combustible 196. Se equilibrará y volverá a propagarse hacia fuera de la ampolla, ya que está sellada. El combustible bullirá 198 cuando la temperatura alcance su punto de ebullición del combustible. El combustible se condensará 199 con posterior transferencia de calor al recipiente de aluminio 170. Cuando la ampolla de combustible se presuriza, debido a la ebullición del combustible 198, la ampolla 196 se expande presionando contra el fieltro catalítico 195, 194, 193 y presionando contra la pared del recipiente 192. Esto incrementa el índice de transferencia de calor y puede reducir el trayecto de difusión de aire al fieltro catalítico, reduciendo la energía térmica del calentador catalítico. Por consiguiente, se logra un mecanismo de autorregulación de calor con en este dispositivo.

En la FIG. 11, se muestra una vista transversal de una ampolla de combustible selectivamente permeable con el recipiente impermeable al combustible. La ampolla de combustible está formada con metanol 182 dentro de un cilindro de caucho de silicona 183 y sellada con sellador de caucho de silicona. La ampolla de combustible se sella luego térmicamente dentro de una bolsa de polietileno 181. Las paredes de caucho de silicona tienen una alta permeabilidad al combustible de metanol, mientras que la bolsa de polietileno tiene baja permeabilidad. El recipiente exterior 181 permite que la ampolla de combustible 183 se almacene hasta que sea necesaria. Cuando se necesita la ampolla de combustible, la bolsa de polietileno 181 se abre desgarrando y la ampolla 183 se dispone en el dispositivo calentador que se muestra en la FIG. 10. Cuanto más ajustado esté el recipiente de silicona, más combustible podrá almacenarse y menos cantidad de volumen inutilizado habrá dentro de la bolsa de polietileno.

En la FIG. 12, se muestra una vista transversal del calentador catalítico configurado con una ampolla de bomba. En esta configuración, el calentador posee una ampolla de combustible elástica y la región de difusión del combustible es elástica o hay suficiente gas 201 en el tubo 200 para actuar como un volumen elástico. El sistema del calentador está formado por un caucho termoplástico (caucho termoplástico Santoprene, Advanced Elastomer Systems, 388 S. Main St., Ste 60, Akron, OH 44311). El depósito de combustible está formado por sellado térmico perimetral con una membrana de pared espesa 218 y una membrana de pared más delgada 220. El caucho se elige para que sea impermeable al combustible de metanol y flexible. El depósito de combustible 218 se llena con combustible de metanol 219. Conectados al depósito de combustible hay acoplamientos de entrada y salida que tienen sellos 221, 217 cargados por resorte 227, 228. El depósito de combustible 218 está acoplado a las mangueras de combustible 200 y 212 con abrazaderas 222, 216 o acoplamientos roscados. Los acoplamientos 221, 217 se sellan a las mangueras de combustible 200, 212 con sellos de caucho Vitona (Quality Gasket Company, 511 Gates Street, Filadelfia, PA 19128) 223, 215. Los acoplamientos se abren cuando las mangueras están afianzadas y las clavijas de abertura 224, 214 abren empujando las válvulas cargadas por resorte 228, 227.

Dos válvulas unidireccionales 225, 213 están dispuestas en las mangueras de combustible 200, 212. La presión de cierre de estas válvulas unidireccionales 225, 213 puede ser fijada por la fuerza de cierre tal como un resorte de restauración 226, 229, y fijar así la presión mínima necesaria para suministrar combustible desde el depósito de combustible 218, 220. Desde las válvulas unidireccionales 225, 213 una manguera se conecta al depósito de distribución de combustible o las mangueras capilares 210. El depósito de distribución de combustible está formado por tubos capilares de caucho de silicona 210, 230 con espesores de pared de 0,5 mm a 0,025 mm (SiO flex tubing, Specialty Silicone Fabricators, 3077 Rollie Gates Drive, Paso Robles, CA 93446). Alternativamente, un depósito de silicona 230 está hecho con un espesor de pared que oscila entre 0,5 mm y 0,25 mm de espesor de membrana de silicona reforzada con poliéster 210 (Vulcanized Sheeting, Specialty Silicone Fabricators). Una línea de combustible de retorno 212 está conectada entre el depósito de distribución de combustible 210, 230 nuevamente hacia la segunda válvula unidireccional 213. El depósito de distribución de combustible 210, 230 está dispuesto próximo de manera tal que el fieltro de calentamiento catalítico formado por un fieltro de PBO 206 con negro de Pt/Ru 207 y recubierto con electrólito polimérico DAIS 208. El fieltro catalítico 203 y el depósito de distribución de combustible 210, 230 están adheridos entre sí con sellador de caucho de silicona para formar un volumen de combustión 209 dentro de una caja de aluminio o caucho de silicona 204. Orificios de difusión de aire 205 perforan la caja de aluminio 204. En operación, el tanque de combustible se conecta al sistema calentador efectuando las dos conexiones 215, 223. Los tanques de combustible pueden ser ampollas pre-llenadas con la conexión de clavija que estalla y/o abre los sellos en las conexiones de combustible. Al pulsar un dedo sobre el diafragma de combustible 220, el depósito de combustible 218 se presuriza y el combustible 219 fluye por el primer acoplamiento 221, la primera válvula unidireccional 225 y el tubo 200 hacia el depósito de distribución de combustible o el tubo capilar 230. La segunda válvula unidireccional 213 se cierra para volver a dirigir el flujo hacia el depósito de distribución de combustible 230. El resorte de abertura 226, 229 fuerza sobre las válvulas unidireccionales 225, 213 está configurado lo suficientemente alto para mantener las válvulas cerradas y evitar que la presión hidráulica gravitacional cause un sifonamiento y el combustible fluya libremente. Cuando se libera la presión del dedo del diafragma del tanque 220, la primera válvula unidireccional 225 se cierra y la segunda válvula 213 se abre cuando la presión es baja en el depósito de combustible 218. Esto arrastra el combustible 219 y el vapor de combustible 211 hacia afuera del depósito de distribución de combustible 230. Cuando el combustible de metanol 219 está en el depósito de distribución de combustible 230, el combustible se propaga hacia afuera a través de la membrana 202 hasta el volumen de fieltro del catalizador 209. El combustible de metanol 219 se propaga a la superficie del recubrimiento del catalizador 208 y a través de las superficies del catalizador 207. Simultáneamente se propaga oxígeno a través de los orificios de entrada de aire 205, hacia el volumen de fieltro del catalizador 209 y a través del

recubrimiento del catalizador 208 hasta el catalizador 207. El oxígeno y el combustible de metanol generan combustión en la superficie del catalizador 207.

Los productos de agua y dióxido de carbono se propagan nuevamente a través del recubrimiento de la superficie del catalizador 208 hacia el volumen de fieltro del catalizador y hacia fuera a través de los orificios de entrada de aire 205. Cuando la combustión catalítica suministra suficiente energía térmica para causar que el combustible bulla, el depósito de distribución de combustible 210, 230 se presuriza. Esta presurización causa que la segunda válvula unidireccional 213 se abra y el vapor del metanol 211 y el líquido 219 fluyan hacia el depósito de combustible 218. El vapor del metanol se condensará en el depósito de combustible 218. La presurización del depósito de distribución de combustible a partir de combustible vaporizado en difusión de gases debida a la ebullición del combustible también hace que la membrana de difusión 210 se engrose y comprima el fieltro catalítico 203 contra la pared del recipiente 204. Esto aumenta la conductividad térmica desde los sitios catalíticos 207 hacia el aire exterior y el enfriamiento del catalizador 207. Al comprimir el fieltro catalítico 203 contra la pared, el espacio disponible para difusión de oxígeno también disminuye y la difusión del oxígeno hacia los sitios catalíticos 203 también se reduce, reduciendo así el índice de combustión catalítica. Los sitios catalíticos se enfrían y el combustible de metanol 211 se enfría, produciendo de este modo este control de retroalimentación de temperatura del sistema de combustión catalítica. El bombeo de combustible se puede utilizar como una función en las aplicaciones, tal como en prendas de vestir en las que el usuario oprime el depósito del tanque de combustible 220 para recibir un pulso de calor. Esto permite al usuario controlar el momento y la cantidad de calentamiento.

Funciones esenciales:

1. Combustible suministrado a través de una membrana selectivamente permeable.
2. La membrana selectivamente permeable permite que el combustible sea suministrado y no retorne diluido con el agua del producto.
3. Una membrana selectivamente permeable para permitir el oxígeno y con una permeabilidad al combustible reducida para retener el combustible.
4. El dióxido de carbono y otros gases se propagan hacia la membrana y se ventilan y circulan a través del combustible con el combustible en ebullición.
5. Un catalizador dispersado sobre un material poroso.
6. Un recubrimiento protector y permeable de combustible y oxidante sobre el catalizador.
7. Un recubrimiento selectivamente permeable sobre el catalizador.
8. Un recubrimiento que retiene el combustible sobre el catalizador.
9. Un recubrimiento sobre el catalizador que mejora el desempeño del catalizador.
10. Un recubrimiento sobre el catalizador que es electrolítico y/o ácido o básico.
11. La vaporización y partida del combustible desde la membrana hacia el área de reacción del catalizador para actuar como termostato de límite de temperatura superior.
12. Válvulas o restricciones del flujo para regular la ebullición, o llenado de combustible para regular la temperatura de los índices de calentamiento.
13. Uso de aditivos de combustible tales como agua u otro combustible hidrocarbonado con diferentes puntos de ebullición para ajustar las temperaturas de barrera catalíticas.
14. Uso de la vaporización y condensación del combustible como un intercambiador de calor del caño de calor.
15. El inicio de la ebullición del combustible para mantener la temperatura del área de reacción elevada.
16. Incorporación de termopilas para extraer energía eléctrica del calentador y transferir calor.
17. Uso de intercambiadores de calor para calentar el aire que va hacia el calentador e intercambiar calor con la carga.
18. Extracción de agua de la condensación del escape del calentador.
19. Uso de una membrana selectivamente permeable para regular el oxidante hacia el área de reacción del catalizador.
20. Uso de dispositivos de estoma para regular térmicamente el gas oxidante hacia el área del catalizador.

- 21. Uso de ventiladores o bombas para regular el suministro de combustible u oxidante hacia el área del catalizador o el intercambiador de calor.
- 22. Uso de catálisis electroquímica para mejorar el desempeño.
- 23. Uso de calentamiento eléctrico para iniciar el calentador catalítico.
- 5 24. Uso de controles mecánicos pasivos y presurización del combustible para controlar la energía térmica.
- 25. Uso de una mecha para distribuir combustible en las membranas selectivamente permeables.
- 26. Uso del calentador en muchos sistemas, prendas de vestir, frazadas, máquinas, viviendas, contenedores de embarque, contenedores de almacenamiento, productos químicos para atraer insectos, humidificadores y generadores de perfume.
- 10 Si bien la invención se ha descrito con referencia a realizaciones específicas, se pueden interpretar modificaciones y variaciones de la invención sin desviarse del alcance de la invención, que se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo generador de calor que tiene una fuente de combustible líquido (10), un suministro de combustible (2) conectado a la fuente de combustible (10),
5 un catalizador (6) dispersado sobre un sustrato poroso (3), donde el catalizador está en contacto difusivo con un gas oxidante (12), y caracterizado por una membrana selectivamente permeable (8) para suministrar selectivamente vapores de combustible (11) al gas oxidante en contacto difusivo con el catalizador.
2. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además el catalizador (6) comprende un recubrimiento (7) de un material, en donde el material permite que el combustible (11) y el oxidante (12) alcancen al catalizador (6) y permite que los productos salgan.
- 10 3. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además el catalizador (6) comprende un recubrimiento de un material selectivamente permeable.
4. El dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado por que además el material selectivamente permeable (7) es selectivamente permeable al combustible y al gas oxidante.
- 15 5. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además el catalizador (6) comprende un recubrimiento (7) de un material selectivamente permeable seleccionado del grupo que consiste en cauchos, cauchos de silicona, polímeros, polímeros iónicos, Nafion, caucho de butilo sulfonado, poliestireno y sus combinaciones.
- 20 6. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además el sustrato poroso (5) se selecciona del grupo de materiales que consiste en polibenzoxazoles (PBO), polibencimidazoles (PBI), para-aramidas, poliimidias, carburo de silicio, alúmina, carbono, fibra de vidrio, circonio, cuarzo y sus combinaciones.
7. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además los catalizadores (6) permiten la combustión catalítica de los combustibles (11).
- 25 8. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además los catalizadores (6) se seleccionan del grupo que consiste en platino altamente dispersado, paladio, níquel, rutenio, hierro, molibdeno tungsteno, estaño y sus combinaciones.
9. Uso de un dispositivo según la reivindicación 1, en donde el combustible (11) es un compuesto que comprende hidrógeno.
10. Uso de un dispositivo según la reivindicación 1, en donde el combustible se selecciona del grupo que consiste en metanol, formaldehído, ácido fórmico, 1,3,5-trioxano, di-metil-éter y sus combinaciones.
- 30 11. El dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado además por el avance del desempeño del catalizador (6) con el recubrimiento del catalizador (7).
12. El dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado por que además el avance del desempeño comprende propiedades mejoradoras seleccionadas del grupo que consiste en protección superficial, adhesión, filtración de contaminantes externos, afinidad variable hacia el combustible, afinidad variable hacia gas oxidante, límites de velocidad de difusión de los reaccionantes hacia la superficie del catalizador, dependencia de temperatura, regulación de las velocidades de difusión de los reaccionantes hacia la superficie del catalizador, acidificación de la superficie, alcalinización de la superficie y sus combinaciones.
- 35 13. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que el combustible es un combustible líquido y que además comprende una configuración del límite de temperatura superior en una energía térmica causada por ebullición del combustible (11), en donde el calor se elimina de un área de reacción catalítica haciendo bullir dicho combustible.
- 40 14. El dispositivo según la reivindicación 13, caracterizado además por válvulas (100, 110), restricciones de flujo o válvulas de seguridad de presión para regular una temperatura de ebullición del combustible.
15. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por la regulación del índice de suministro del combustible con auto-presurización del combustible.
- 45 16. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por dispositivos eléctricos sensibles a temperatura para controlar el flujo de combustible.
17. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por intercambiadores de calor (36) para transferir calor desde el dispositivo hacia el combustible.
- 50 18. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por intercambiadores de calor (116) para calentar el aire que va hacia el catalizador (6).

19. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por caños de calor para transferir calor desde el dispositivo, regular las temperaturas en el dispositivo y transferir calor a fluidos y sólidos.
20. Uso de un dispositivo según la reivindicación 1, en donde el combustible comprende aditivos para regular temperaturas e índices de producción de calor.
- 5 21. Uso de un dispositivo según la reivindicación 1, en donde el combustible comprende mezclas de combustibles para regular temperaturas e índices de producción de calor.
22. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por dispositivos termoelectrónicos (119) para extraer energía eléctrica.
- 10 23. El dispositivo según la reivindicación 22, caracterizado además por un sistema de suministro (119) para suministrar energía eléctrica a baterías (122), motores (121) y dispositivos eléctricos.
24. El dispositivo según la reivindicación 1, en donde el dispositivo se adapta para condensación del agua y comprende un escape (101) para recoger el agua después de la condensación.
25. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además la membrana selectivamente permeable (14) regula el suministro de oxidante al catalizador.
- 15 26. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por una mecha (33) para distribuir combustible líquido sobre una superficie de la membrana selectivamente permeable.
27. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que además la membrana selectivamente permeable (8) es selectivamente permeable a gases y combustible que bullen en el dispositivo y en donde la membrana (8) usa la permeabilidad selectiva para aspirar, circular o prevenir el movimiento del combustible (11) .
- 20 28. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que las membranas selectivamente permeables (8) son capaces de cambiar los índices de difusión con cambios de temperatura.
29. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que las membranas selectivamente permeables (8) cambian los índices de difusión con cambios de temperatura para regular la temperatura del dispositivo.
- 25 30. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que las membranas selectivamente permeables (8) cambian los índices de difusión con cambios de temperatura para regular la energía térmica.
31. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que la membrana selectivamente permeable (8) se usa para formar una válvula sensible a presión para limitar el suministro de combustible u oxidante a los sitios de reacción catalítica (6) en el dispositivo.
- 30 32. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por ventiladores (89) o bombas (220) para regular el suministro de combustible u oxidante a un área del catalizador.
33. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por ventiladores (89) o bombas (220) para regular el intercambio de calor en un área del catalizador.
34. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por un calentador eléctrico (123) para iniciar condiciones óptimas para operar el dispositivo.
- 35 35. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por un sistema de ignición para encender combustibles y aire, y para calentar el catalizador.
36. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por un material de protones para soportar el catalizador, por lo menos dos electrodos en uno de los lados del material conductor de protones y una fuente de energía conectada a los electrodos para proporcionar un voltaje.
- 40 37. El dispositivo según la reivindicación 36, caracterizado además por influir en los índices de combustión catalítica aplicando el voltaje en el material conductor de protones.
38. Receptor para recibir el dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, 11 a 19, 22 a 37.
39. Receptor según la reivindicación 38, en el que el receptor se selecciona del grupo que consiste en prendas de vestir, frazadas, máquinas, viviendas, contenedores de embarque, contenedores de almacenamiento, aromatizantes, humidificadores, productos químicos para atraer insectos y sus combinaciones.
- 45 40. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por medios (220) para bombear combustible (11) hacia un área del catalizador (6).

41. El dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado además por una ampolla de combustible que tiene paredes permeables al combustible para sostener y liberar el combustible.
42. El dispositivo según la reivindicación 41, caracterizado además por un material impermeable para sostener la ampolla a fin de prevenir la fuga del combustible antes del uso.
- 5 43. Un aparato que genera calor que tiene un dispositivo generador de calor según la reivindicación 1 y un medio para suministrar un oxidante (12) o aire.
44. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado por que además el dispositivo es un calentador de combustión catalítico portátil.
- 10 45. El aparato según la reivindicación 44, caracterizado además por un suministro de combustible y aire para suministrar el combustible y el oxidante, o el aire al catalizador para combustión sin llama del combustible a fin de liberar calor.
46. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado por que el combustible es un combustible líquido (11) que pasa a través de la membrana selectivamente permeable (8) de modo tal que el vapor del combustible sale de la membrana y se alimenta al catalizador (6).
- 15 47. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por soportes porosos (5) para soportar la membrana (8).
48. El aparato según la reivindicación 47, caracterizado además por medios (89, 100) para aumentar o reducir el índice catalítico de combustión y para controlar la energía térmica.
49. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por un receptor para recibir el dispositivo.
- 20 50. El aparato según la reivindicación 49, caracterizado por que además el receptor se selecciona del grupo que consiste en prendas térmicas, frazadas, alimentos, viviendas, contenedores, máquinas, productos químicos para atraer insectos, humidificadores, generadores de perfume y sus combinaciones.
51. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado por que además el combustible se suministra a través de la membrana selectivamente permeable (8) .
- 25 52. El aparato según la reivindicación 51, caracterizado por que además la membrana selectivamente permeable (8) permite que el combustible se suministre a través de la misma y previene la retro-dilución con productos secundarios de la combustión.
53. El aparato según la reivindicación 52, caracterizado por que además los productos secundarios comprenden agua.
- 30 54. El aparato según la reivindicación 51, caracterizado por que además la membrana selectivamente permeable (7) permite el oxígeno a través de ella y comprende permeabilidad reducida para retener el combustible.
55. El aparato según la reivindicación 51, caracterizado por que además dióxido de carbono y otros gases se propagan hacia la membrana selectivamente permeable (8) y ventilan y circulan a través del combustible (11), donde el combustible bulle en el dispositivo.
- 35 56. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado por que además la membrana selectivamente permeable es un recubrimiento protector permeable a combustible y oxidante (7) sobre el catalizador (6).
57. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado por que además la membrana selectivamente permeable es un recubrimiento selectivamente permeable (7) sobre el catalizador.
- 40 58. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por un recubrimiento que retiene el combustible (7) sobre el catalizador (16).
59. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por un recubrimiento (7) sobre el catalizador (6) para mejorar el desempeño del catalizador.
60. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por un recubrimiento (7) sobre el catalizador (6), en donde el recubrimiento (7) se selecciona del grupo que consiste en sustancias electrolíticas, ácidas, básicas y sus combinaciones.
- 45 61. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado por que además los vapores del combustible parten de la membrana selectivamente permeable (8) hacia áreas de reacción del catalizador (6) y forman un termostato que provee un límite de temperatura superior para reacciones catalíticas.

62. El aparato según la reivindicación 61, caracterizado además por válvulas o restricciones de flujo (70) para regular la ebullición del combustible y llenar el combustible, y para regular la temperatura y/o los índices de calentamiento.
- 5 63. Uso del aparato según la reivindicación 43, en donde el combustible comprende aditivos de combustible para ajustar las temperaturas de combustión catalítica.
64. Uso del aparato según la reivindicación 43, en donde el combustible comprende aditivos de combustible.
65. Uso del aparato según la reivindicación 64, en donde los aditivos de combustible incluyen hidrocarburos con distintos puntos de ebullición.
66. Uso del aparato según la reivindicación 64, en donde los aditivos de combustible incluyen agua.
- 10 67. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por un intercambiador de calor (60) formado por vaporización y condensación del combustible.
68. El aparato según la reivindicación 67, caracterizado por que además el intercambiador de calor (60) es un caño de calor (60).
- 15 69. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por termopilas (54) para extraer energía eléctrica del dispositivo de calentamiento y para transferir calor en el dispositivo de calentamiento.
70. El aparato según la reivindicación 67, caracterizado por que además los intercambiadores de calor (72) calientan el aire que va hacia el dispositivo de calentamiento e intercambian calor en el dispositivo de calentamiento.
71. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por un escape y un extractor para extraer agua formada a partir de la condensación del escape del dispositivo de calentamiento.
- 20 72. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado por que además la membrana selectivamente permeable (7) regula el flujo de aire u oxidante hacia un área de reacción catalítica.
73. El aparato según la reivindicación 72, caracterizado además por un estoma para regular térmicamente el aire o el oxidante hacia el área de reacción.
- 25 74. El aparato según la reivindicación 73, caracterizado además por ventiladores (89) o bombas para regular el suministro del combustible y/o aire u oxidante al área de reacción.
75. El aparato según la reivindicación 73, caracterizado además por ventiladores (89) o bombas (218) para regular el intercambio de calor en el área de reacción.
76. El aparato según la reivindicación 73, caracterizado por que además el catalizador (6) causa una catálisis electroquímica para mejorar el desempeño del catalizador.
- 30 77. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por una fuente de energía (122) para que el calentamiento eléctrico (1) encienda el dispositivo de calentamiento.
78. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por controles (217, 221) para presurización del combustible a fin de controlar la energía térmica.
- 35 79. El aparato según la reivindicación 78, caracterizado por que además los controles son controles mecánicos pasivos.
80. El aparato según la reivindicación 43, caracterizado además por una mecha para distribuir combustible en una membrana selectivamente permeable.
81. El aparato según la reivindicación 80, caracterizado además por un receptor para sostener el dispositivo de calentamiento.
- 40 82. El aparato según la reivindicación 81, caracterizado por que además el receptor se selecciona del grupo que consiste en prendas de vestir, frazadas, máquina, viviendas, contenedores de embarque, contenedores de almacenamiento, productos químicos para atraer insectos, humidificadores, generadores de perfume y sus combinaciones.

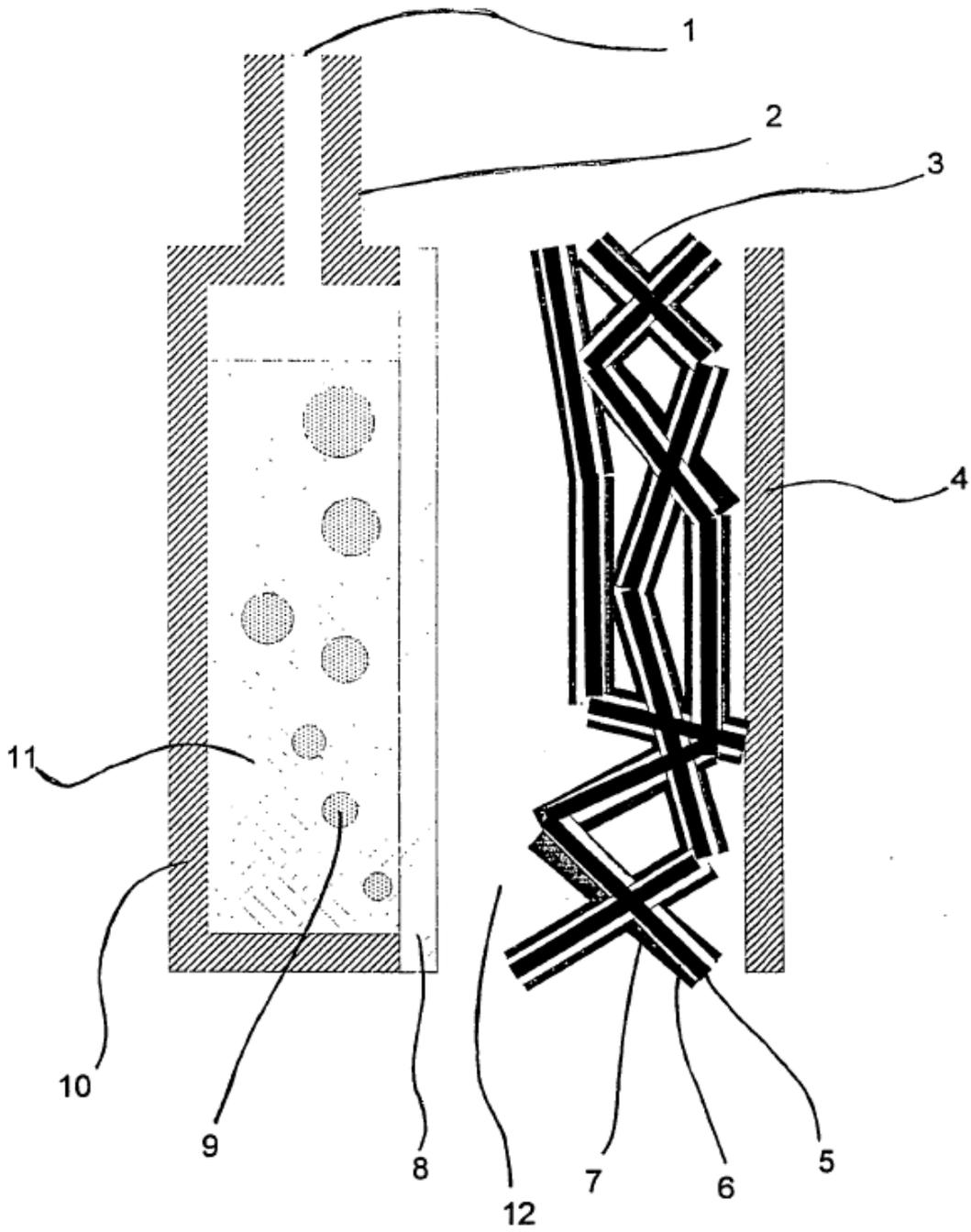


Fig. 1

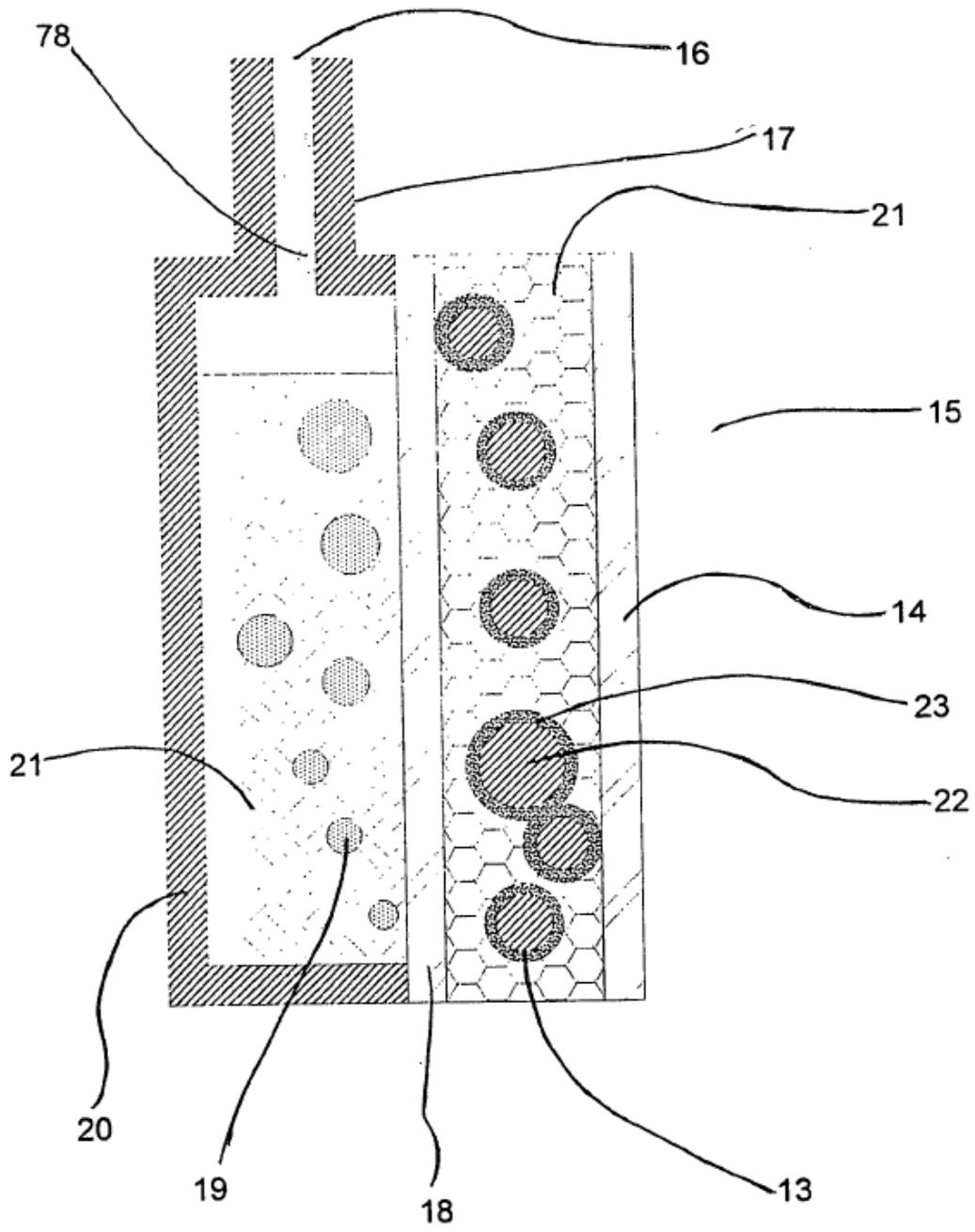
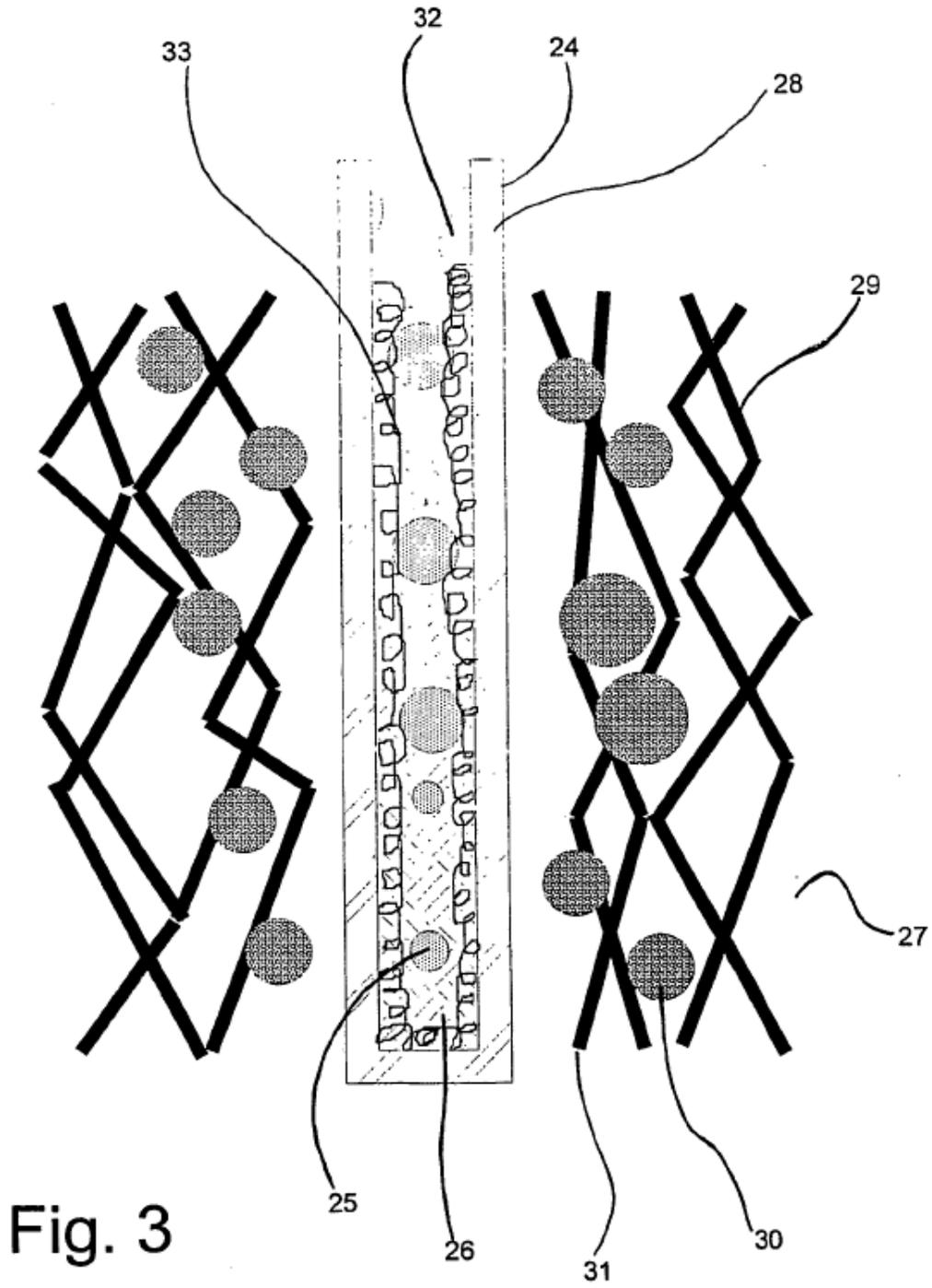


Fig. 2



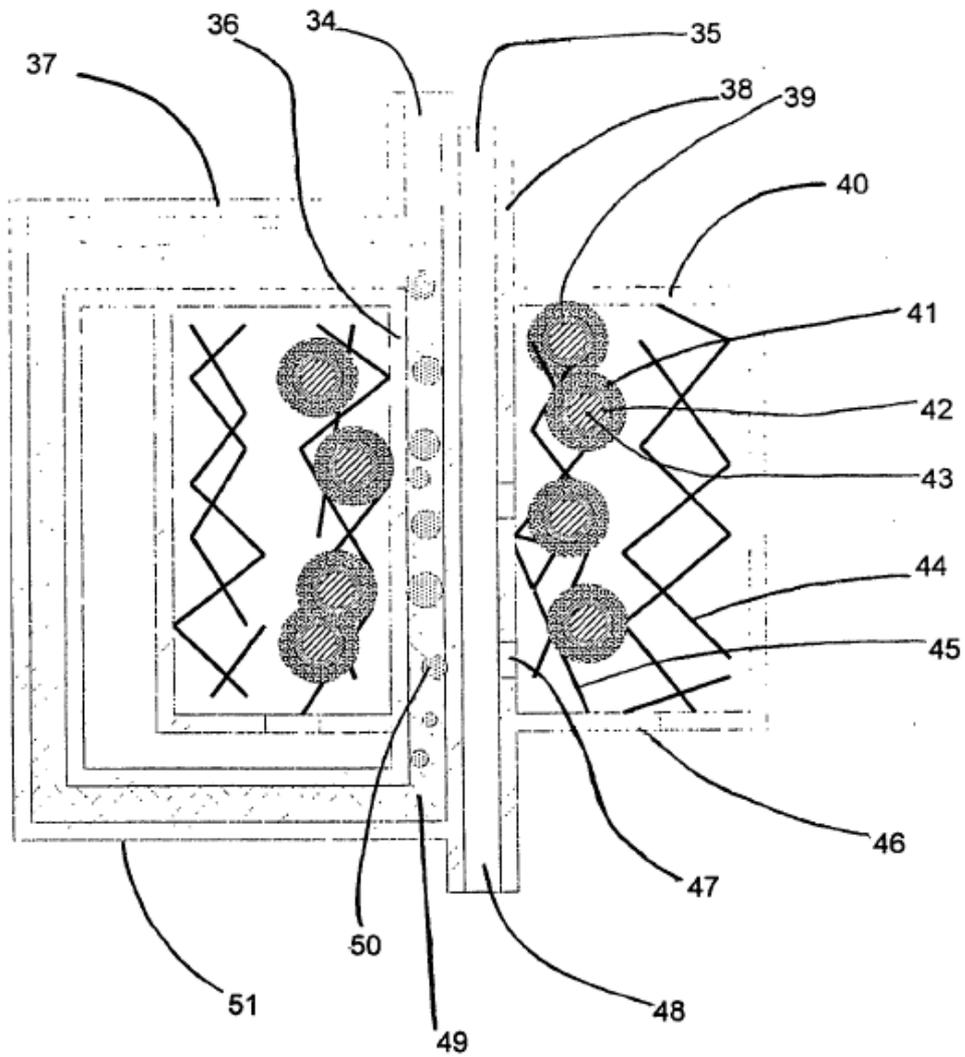


Fig. 4

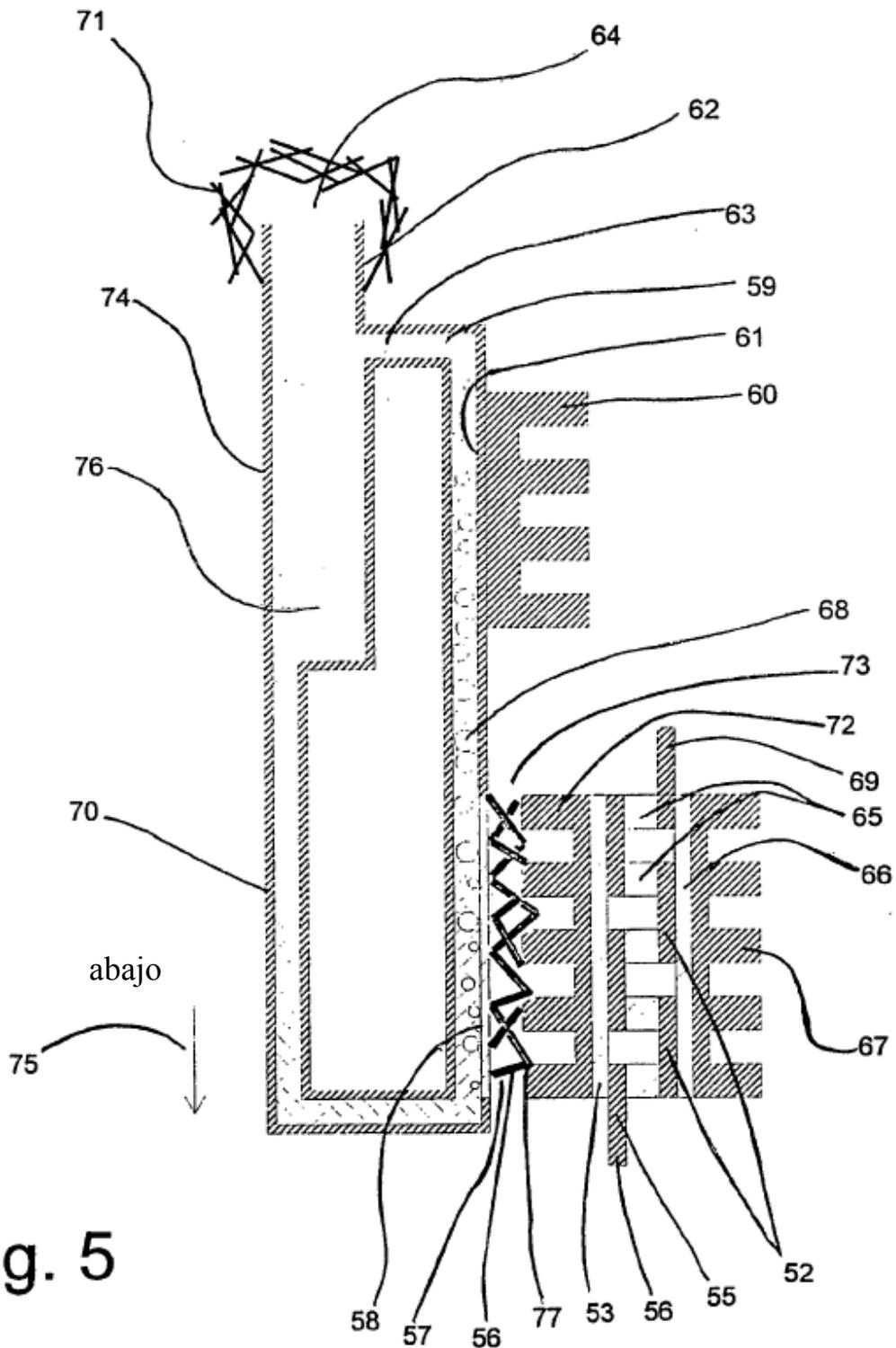
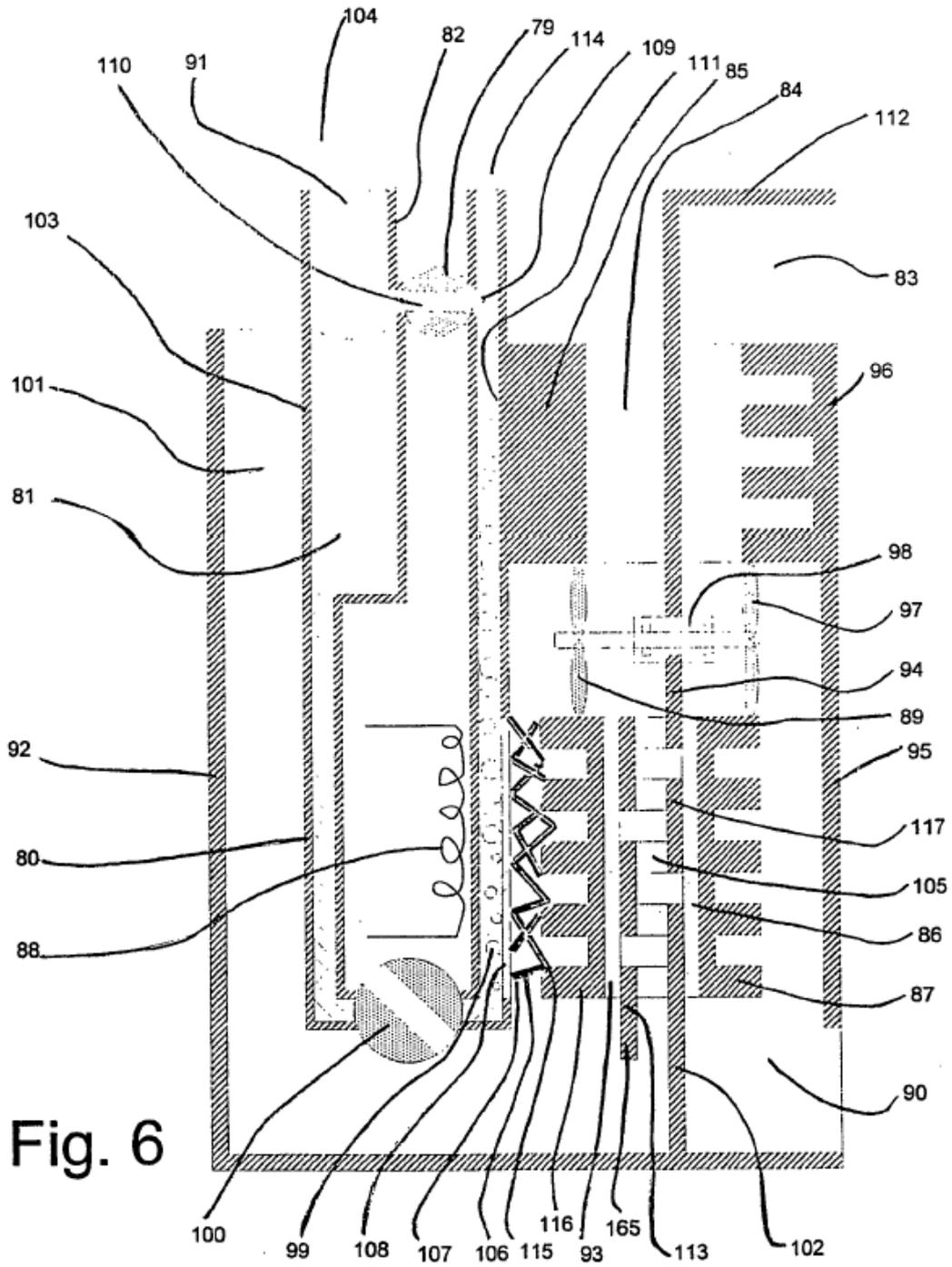


Fig. 5



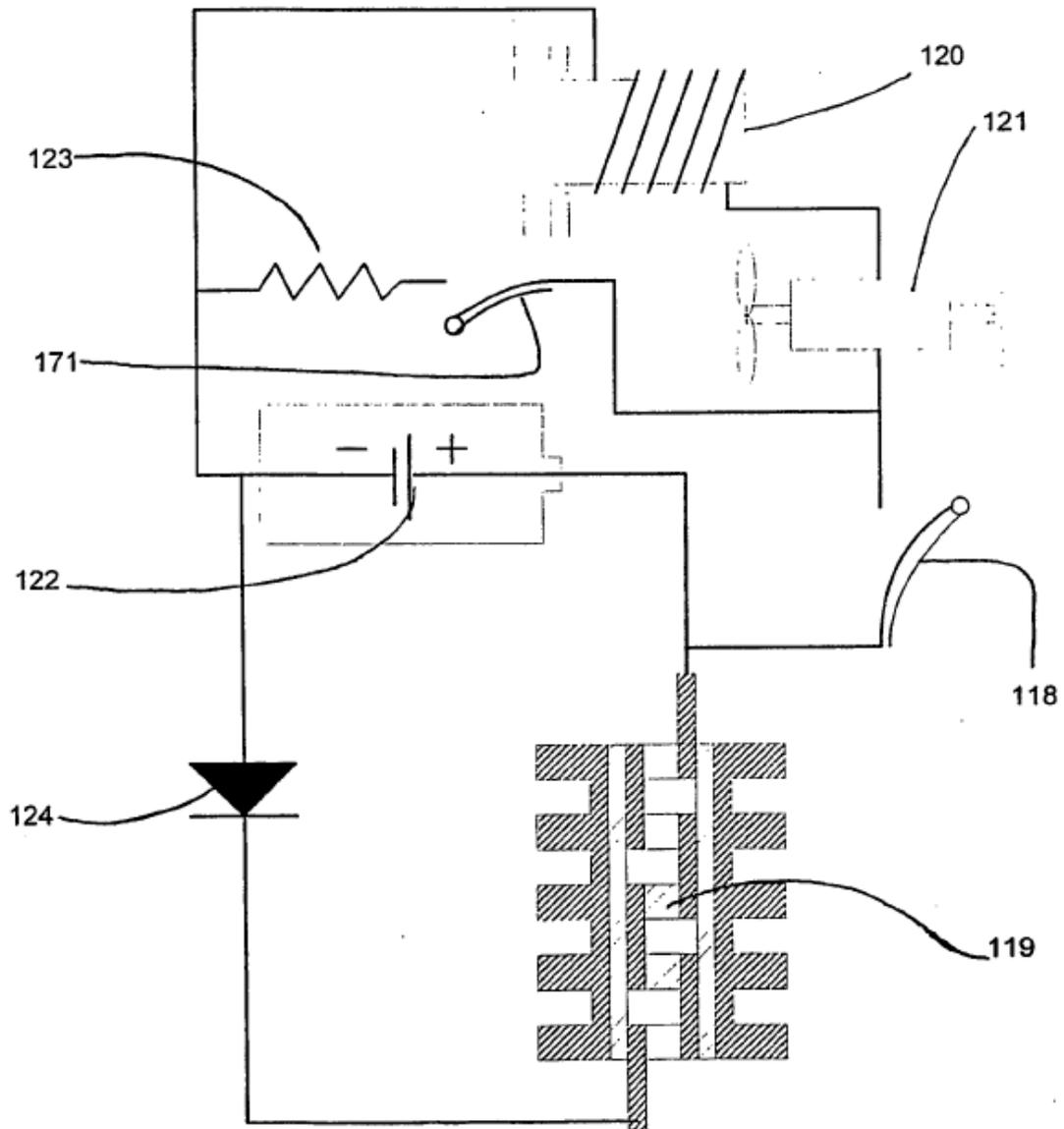


Fig. 7

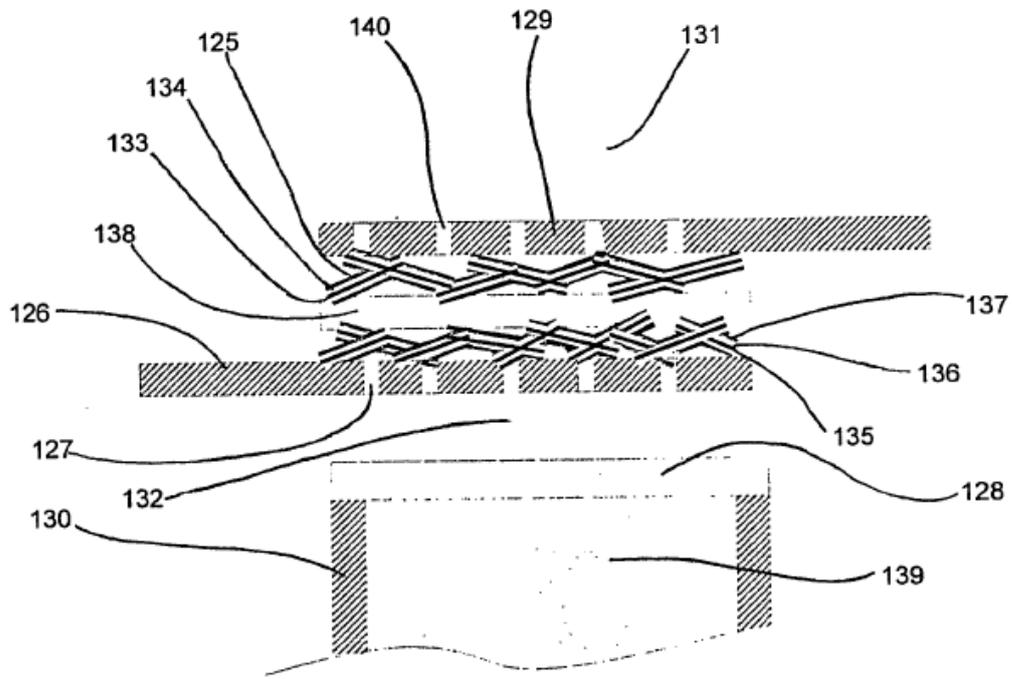


Fig. 8

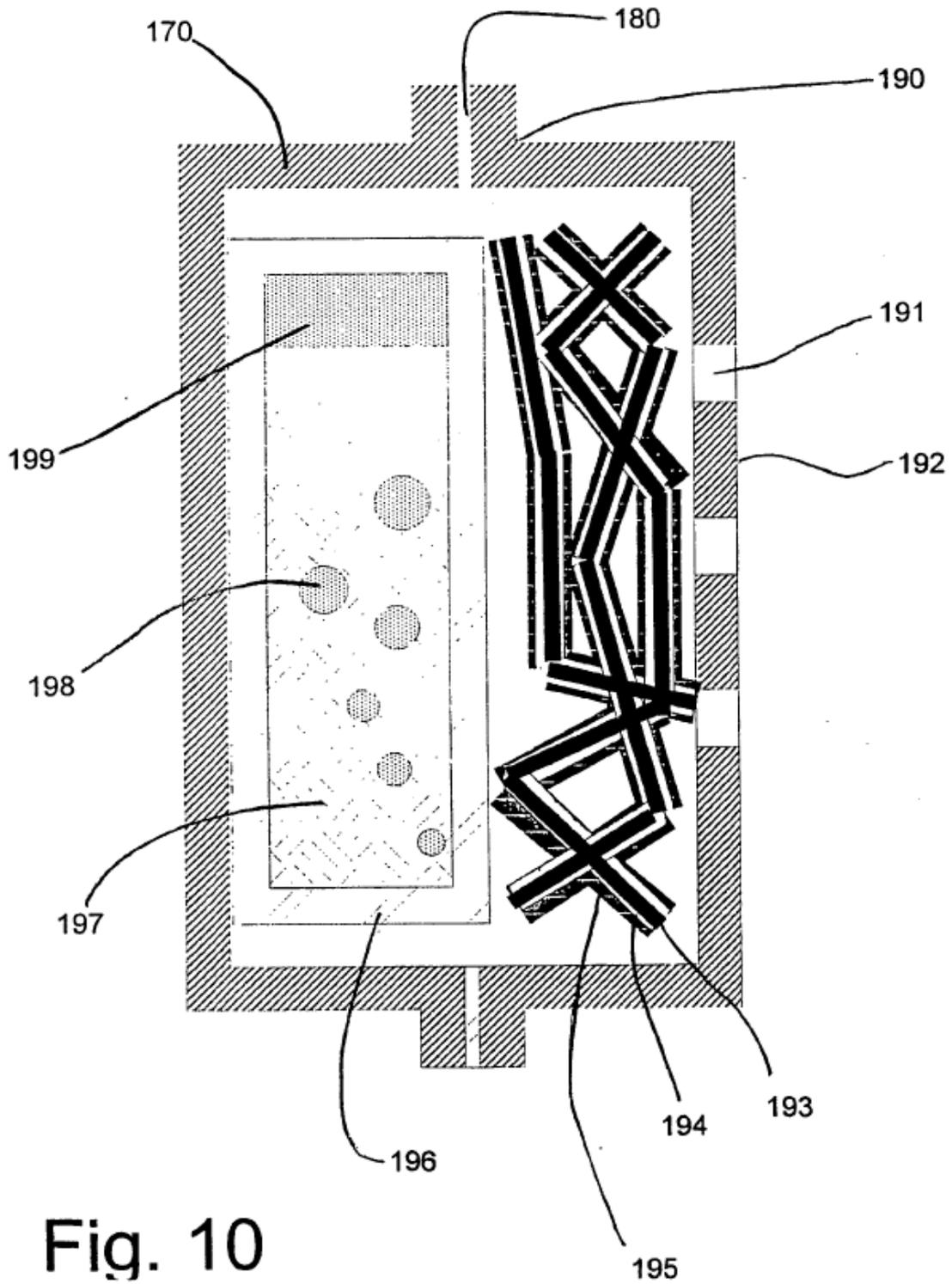


Fig. 10

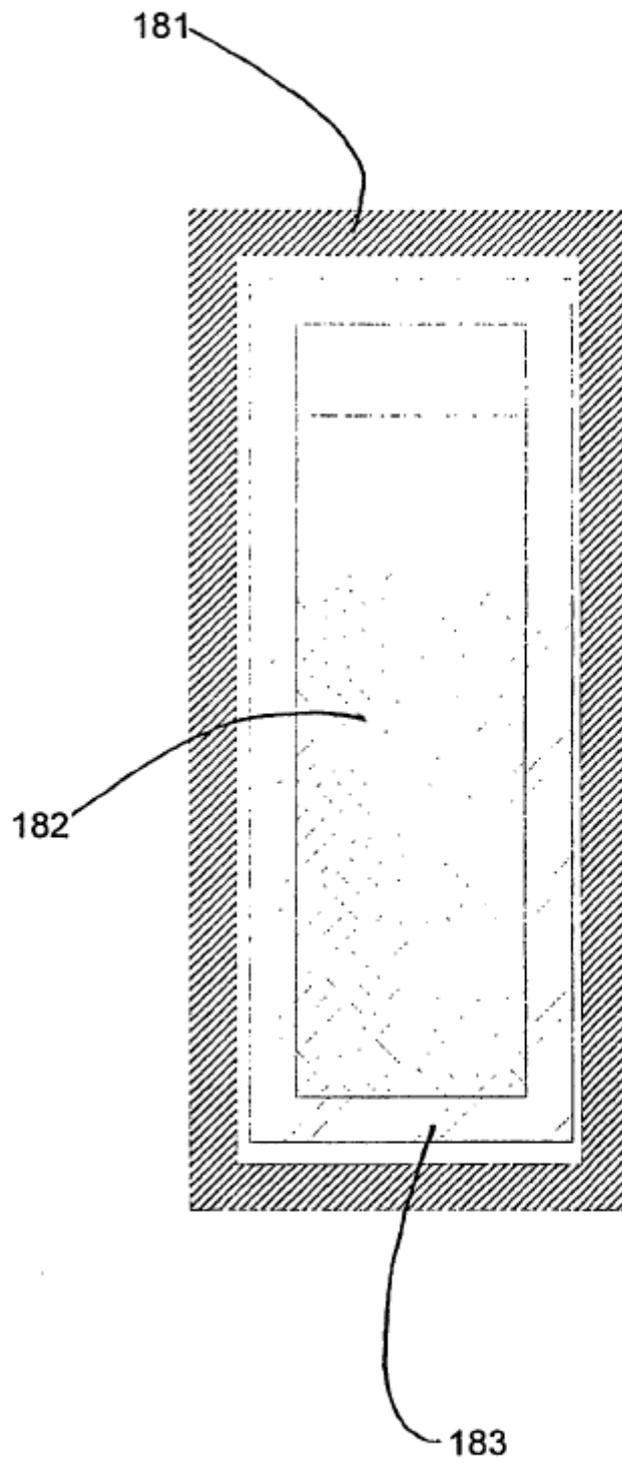


Fig. 11

