

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 931**

51 Int. Cl.:

**G01K 7/16** (2006.01)  
**G01K 13/02** (2006.01)  
**F24H 9/20** (2006.01)  
**F24H 9/00** (2006.01)  
**F24H 1/10** (2006.01)  
**F24H 9/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2011 E 11760624 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2614315**

54 Título: **Calentador de líquidos con control de temperatura**

30 Prioridad:

**24.09.2010 US 889581**  
**10.09.2010 US 879233**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.04.2016**

73 Titular/es:

**ISI TECHNOLOGY, LLC (100.0%)**  
**1655 Middle Street**  
**Sullivan's Island, SC 29482, US**

72 Inventor/es:

**BOWERS, JOHN, H. y**  
**LYON, GREGORY, S.**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 565 931 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 de líquidos con control de temperatura

5 **[0001]** La presente solicitud es una continuación de la solicitud de patente de EE. UU. n.º 12/889.581, presentada el 24 de septiembre de 2010, la cual es una continuación en parte de la solicitud de patente de EE. UU. n.º 11/352.184, presentada el 10 de febrero de 2006 y publicada como la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º US 2006/0291527 A1 y concedida como patente de EE. UU. n.º 7.817.906, y dicha solicitud reivindica el beneficio de la fecha de presentación de las solicitudes de patente provisional de EE. UU. n.º 60/677.552,  
10 presentada el 4 de mayo de 2005; 60/709.528, presentada el 19 de agosto de 2005; y 60/726.473, presentada el 13 de octubre de 2005. La presente solicitud es también una continuación en parte de la solicitud de patente de EE. UU. n.º 12/879.233, presentada el 10 de septiembre de 2010, ahora abandonada, la cual es una continuación en parte de la mencionada solicitud de patente de EE. UU. n.º 11/352.184, presentada el 10 de febrero de 2006. Las descripciones de todas las solicitudes y la publicación mencionadas anteriormente se incorporan en el presente  
15 documento a modo de referencia.

## CAMPO DE LA INVENCIÓN

**[0002]** La presente invención se refiere a un calentador de fluido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

**[0003]** Según se explica en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º US 2006/0291527 A1 («publicación -527») mencionada anteriormente, resulta provechoso calentar fluidos, particularmente líquidos como el agua para su uso como agua caliente en una vivienda, mediante un dispositivo calentador de tipo «sin tanque». Un dispositivo calentador sin tanque sirve para calentar el fluido a medida que fluye desde una fuente hasta un punto de utilización. Un calentador sin tanque no cuenta con una reserva almacenada de líquido precalentado, sino que se ha diseñado de modo que posea la suficiente capacidad para calentar el líquido hasta la temperatura deseada,  
30 incluso cuando el líquido fluye por el calentador con un caudal equivalente a la máxima demanda prevista. Por ejemplo, si un calentador sin tanque va a utilizarse para proporcionar agua caliente para la ducha en una vivienda, el calentador se diseña con la suficiente capacidad para calentar agua a la temperatura mínima de entrada prevista hasta alcanzar la máxima temperatura deseada para la ducha con el máximo caudal en la ducha.

**[0004]** Tal como se describe en la publicación -527, una forma de calentador de fluido que resulta particularmente adecuada para líquidos como, por ejemplo, el agua caliente para una vivienda consiste en un calentador directo de líquido por resistencia eléctrica. En un calentador directo de líquido por resistencia eléctrica, se aplica energía eléctrica entre unos electrodos inmersos en el líquido que se va a calentar, de manera que fluya una corriente a través del propio líquido y la energía se convierta en calor debido a la resistencia eléctrica del propio  
40 líquido. Según se describe también en la publicación -527, dicho calentador puede estar configurado con múltiples electrodos que definen numerosos canales para el flujo del líquido. El sistema de control para dicho calentador puede estar configurado para conectar y desconectar los diferentes electrodos a una fuente de alimentación eléctrica. Los electrodos y elementos relacionados del calentador pueden estar configurados de manera que, al conectar diferentes conjuntos de los electrodos a la fuente de alimentación eléctrica, se generen diferentes niveles de corriente atravesando el líquido. Estos niveles incluyen preferentemente una progresión escalonada entre una corriente nula, cuando no hay ningún electrodo conectado, y una corriente máxima, cuando todos los electrodos están conectados. Según se describe en la publicación -527, esta progresión presenta deseablemente unas proporciones sustancialmente uniformes entre las corrientes de escalones contiguos de la progresión con niveles de corriente no nulos. Como se explica en la publicación -527, los calentadores que cuentan con dicho conjunto de  
50 posibles niveles de corriente pueden proporcionar un control gradual de la temperatura del líquido, aunque existan grandes variaciones en la temperatura del líquido entrante, la temperatura deseada del líquido saliente, el caudal y la resistividad del líquido. La progresión escalonada deseada incluye deseablemente numerosos escalones, por ejemplo, 60 o más, o niveles de corriente diferentes para un fluido con una resistividad dada. Más preferentemente, los escalones están configurados de manera que la máxima proporción entre los niveles de corriente en dos escalones contiguos cualesquiera de la progresión, con corrientes no nulas, no sea mayor que aproximadamente 1,22:1, y, preferentemente, no superior a 1,1:1, de modo que la mayor diferencia entre niveles de corriente en dos escalones cualesquiera de la progresión no sea mayor que aproximadamente el 10% de la corriente máxima para el nivel de resistividad dado del fluido.

**[0005]** Debido a que el calor se desarrolla en el seno del propio líquido, dicho calentador puede proporcionar un calentamiento básicamente instantáneo del líquido que fluye a través del mismo. Además, para controlar el calentador tan solo hay que conectar y desconectar diferentes electrodos a la fuente de alimentación, lo cual permite el uso de elementos de conmutación tales como relés convencionales o, más preferentemente, elementos de conmutación basados en semiconductores de estado sólido tales como triacs y transistores de efecto campo. En los elementos de conmutación preferidos basados en semiconductores, se puede inducir un estado conductor o «cerrado» en el que presentan una resistencia eléctrica muy baja, o un estado sustancialmente no conductor en el que presentan una resistencia extremadamente elevada, casi infinita, y, no conducen prácticamente ninguna corriente y, por tanto, actúan como un conmutador abierto. De este modo, los propios elementos semiconductores disipan muy poca energía, aunque a través de ellos circulen corrientes eléctricas considerables cuando se encuentran en un estado cerrado.

**[0006]** El calentador descrito en la publicación -527 incluye un sensor de temperatura configurado para detectar la temperatura del líquido calentado en un punto próximo a un controlador que responde a la señal enviada por el sensor de temperatura para controlar los elementos de conmutación y, de este modo, controlar la potencia aplicada por el calentador al líquido circulante. El sensor de temperatura preferido que se indica en la publicación -527 incluye una «placa detectora de temperatura y conductora de la electricidad» que se «sitúa tan cerca como sea posible del extremo de la cámara de calentamiento y perpendicular al flujo de los líquidos, de manera que el líquido que sale de la cámara de calentamiento debe pasar a través de unas perforaciones de la placa detectora de temperatura», y además incluye un «sensor de temperatura basado en una unión de semiconductores» montado en la placa. No obstante, según se explica en la publicación -527, dicha disposición adolece de una «latencia o retardo térmico» entre los cambios en la temperatura del líquido calentado y la salida de la señal del sensor térmico, debido a la resistencia térmica de la placa térmica y el empaquetamiento del sensor térmico y la «masa térmica» de estos componentes. Para compensarlo, el sistema de control incluye un circuito acondicionador de señales que crea una señal que representa la «velocidad de cambio de la temperatura medida por el sensor de temperatura», y esta señal se agrega a la propia señal que representa la temperatura. Aunque esta configuración proporciona un funcionamiento satisfactorio, resultaría deseable introducir mejoras.

**[0007]** En el documento WO2005/020175 se describen procedimientos y sistemas para detectar condiciones de formación de hielo o de formación incipiente de hielo externas a un vehículo. El aparato descrito incluye un sensor de temperatura configurado para dirigir una primera señal correspondiente a una temperatura de una corriente de aire, y un sensor de contenido de agua configurado para dirigir una segunda señal correspondiente a un contenido de agua de la corriente de aire. Una unidad de procesamiento recibe la primera y la segunda señal y, en función de al menos la primera y la segunda señal, proporciona una indicación cuando al menos la primera y la segunda señal, consideradas en conjunto, corresponden a al menos una condición de formación incipiente de hielo.

**[0008]** En el documento US5167153 se describe un dispositivo sensor o detector de temperatura por resistencia (RTD) que consiste en un dispositivo unitario largo y delgado, adaptado para ser distribuido a través de un campo ampliado para la detección o interrogación continuas e ininterrumpidas de dicho campo. Una cubierta exterior metálica saliente muy larga, delgada y dúctil aloja un cuerpo coextensivo de material aislante, que a su vez sostiene y aísla eléctricamente uno o más filamentos RTD coextensivos así como uno o más filamentos calentadores. Los RTD distribuidos pueden presentar a lo largo de sus longitudes una sensibilidad de función lineal continua o una sensibilidad de función escalonada.

**[0009]** En el documento US 2006/0291527 se describe un calentador directo de líquido por resistencia eléctrica provisto de una cámara de calentamiento que contiene una pluralidad de electrodos. Los electrodos están espaciados para crear una pluralidad de canales a través de los cuales pasa el líquido. Un controlador controla unos conmutadores para los canales en función de los datos recibidos procedentes de un sensor de temperatura que detecta la temperatura del líquido y/o un sensor de corrientes eléctricas que detecta la corriente utilizada por el calentador de líquido. Este documento describe un calentador de fluido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

#### BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

**[0010]** La presente invención se expone en las reivindicaciones adjuntas. En la presente memoria se describe un calentador de fluido que incluye una estructura de canales que define una pluralidad de canales que se extiende en dirección agua abajo a través de los canales, desde la abertura de entrada a la de salida. La estructura de canales incluye preferentemente uno o más elementos de aplicación de energía eléctrica asociados con cada canal. Por ejemplo, los elementos de aplicación de energía pueden ser electrodos como los descritos en la publicación -

527. El calentador también incluye deseablemente un filamento detector de temperatura que se extiende a través de la pluralidad de canales contiguos a los extremos de los mismos en dirección aguas abajo; y un circuito de control conectado a los elementos de aplicación de energía y al filamento, con el circuito de control dispuesto para supervisar una resistencia eléctrica del filamento y controlar la aplicación de potencia a los elementos de aplicación  
 5 que responden a la resistencia eléctrica del filamento. El circuito de control está dispuesto deseablemente de tal manera que, en al menos algunas condiciones de control, el fluido que atraviesa canales diferentes se calentará hasta diferentes temperaturas. Como se explica con mayor profundidad más adelante, la resistencia eléctrica del filamento representa un resultado agregado o un promedio de las secciones asociadas con los diversos canales, y de este modo representa la temperatura final del fluido que se obtendrá cuando el fluido que pasa desde los canales  
 10 se mezcle a medida que pasa desde los canales en dirección aguas abajo.

**[0011]** En la presente memoria se describe, aunque no forma parte de la invención, un dispositivo de gestión de fluido que se puede usar, por ejemplo, en un calentador como el expuesto anteriormente. El calentador de acuerdo con este aspecto de la invención incluye deseablemente una estructura de canales que define al menos un  
 15 canal que se extiende en dirección aguas abajo y un filamento alargado que se extiende a través del canal en dirección transversal de manera contigua a un extremo aguas abajo del canal. El dispositivo también incluye una estructura de salida que delimita el canal en un extremo aguas abajo del canal. La estructura de salida define más preferentemente una ranura que se extiende a través del canal en dirección transversal y alineada con el filamento. La ranura posee deseablemente una sección transversal con un área más pequeña que el área de la sección  
 20 transversal del canal y está deseablemente abierta para el flujo o el fluido que sale del canal. La estructura de salida también define preferentemente un par de cámaras colectoras dispuestas en lados opuestos de la ranura y descentradas con respecto a la ranura en direcciones laterales transversales con respecto a la dirección aguas abajo y la dirección transversal, y un par de pestañas alargadas que se extienden en dirección transversal y separan las cámaras de la ranura, con las cámaras colectoras abiertas en dirección aguas arriba y extendiéndose desde las  
 25 pestañas en dirección aguas abajo. La estructura de salida define además preferentemente unos orificios de salida que se comunican con las cámaras colectoras y están abiertos para el flujo o el fluido que sale del canal. Preferentemente, los orificios de salida poseen, en conjunto, un área de sección transversal más pequeña que el área de la sección transversal de la ranura. La estructura de salida ayuda a evitar que se adhieran burbujas al filamento. Cuando el filamento es un filamento detector de temperatura como el que se expone anteriormente,  
 30 mejora la acción de detección.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0012]**  
 35 La fig. 1 es una vista en planta exterior de un calentador de acuerdo con una forma de realización de la invención.  
 La fig. 2 es una vista recortada en perspectiva del calentador de acuerdo con la fig. 1, con algunas partes eliminadas para ilustrarlo con mayor claridad.  
 40 La fig. 3 es una vista en sección a lo largo de la línea 3-3 de la fig. 1.  
 La fig. 4 es una vista en sección del calentador ilustrado en la fig. 1.  
 45 La fig. 5 es una vista incompleta en sección que ilustra la zona indicada con el número 5 en la fig. 4.  
 La fig. 6 es otra vista en sección a lo largo de la línea 6-6 de la fig. 5.  
 La fig. 7 es una vista esquemática en forma de diagrama de bloques de un circuito eléctrico utilizado en el calentador  
 50 de las figs. 1-6.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

**[0013]** Un calentador de acuerdo con una forma de realización de la invención incluye un alojamiento 10 (fig. 1). El alojamiento 10 incluye una primera tapa terminal 12, una segunda tapa terminal 14 y un receptáculo generalmente tubular 16 que se extiende entre estas tapas terminales. Las tapas terminales primera y segunda están provistas de unas patas de fijación 18. Las tapas terminales primera y segunda están formadas deseablemente de un material metálico como, por ejemplo, un metal moldeado o mecanizado. El receptáculo 16 posee deseablemente una sección transversal sustancialmente constante a lo largo de su longitud entre las tapas

terminales y está formado deseablemente por un material metálico. Por ejemplo, el receptáculo 16 puede estar formado a partir de un metal extrudido como el aluminio extrudido. En la fig. 2 se elimina el receptáculo 16 para mayor claridad. El receptáculo 16 y los tapones 12 y 14 definen en conjunto un recipiente estanco a la presión. La primera tapa terminal 12 está provista de una abertura de entrada de fluido 20, mientras que la segunda tapa terminal 14 posee una abertura de salida de fluido 22. Un protector 24 cubre la primera tapa terminal 20, mientras que otro protector 26 cubre la segunda tapa terminal 14. Tal como se explica más adelante, el segundo protector 26 recubre ciertos componentes eléctricos. El protector 26 y los componentes eléctricos asociados se eliminan en la fig. 2 para ilustrarlo con mayor claridad.

10 **[0014]** En el interior del receptáculo 16 está montada una estructura dieléctrica 30. La estructura dieléctrica 30 incluye deseablemente numerosas secciones intermedias 32 idénticas entre sí, con las secciones intermedias 32 apiladas unas sobre otras a lo largo de la dirección longitudinal del receptáculo 16. Las secciones intermedias apiladas definen unas ranuras 49. La estructura dieléctrica también incluye una primera pieza terminal 34 montada en el interior de la primera tapa terminal 12 y una segunda pieza terminal interior 36 montada en el interior de la segunda tapa terminal 14. Algunas partes de estas piezas se eliminan en la fig. 2 para mayor claridad de la ilustración. La estructura dieléctrica 30 define un canal de admisión de fluido 38 que se extiende longitudinalmente en el interior del receptáculo 16, un canal de salida de fluido 40 que se extiende longitudinalmente en el interior del alojamiento 10, un canal de salida de fluido 40 que también se extiende longitudinalmente en el interior del alojamiento y el interior del receptáculo 16, y un par de cámaras de calentamiento 42 y 44 (fig. 3) que también se extienden longitudinalmente en el interior del alojamiento 10 y del receptáculo 16. La cámara 42 se denomina en la presente memoria cámara de calentamiento «superior», mientras que la cámara 44 se denomina en la presente memoria cámara de calentamiento «inferior», pero dicha designación no implica ninguna orientación particular con respecto al sistema de referencia gravitacional.

25 **[0015]** Como se observa con mayor claridad en las figs. 3 y 5, en la estructura polimérica 30 están montados numerosos electrodos planos en forma de placa 46 que subdividen la cámara de calentamiento superior 42 en 10 canales individuales generalmente rectangulares 48. Dos de los electrodos 46 están montados en los bordes de la cámara, y delimitan los canales más próximos a los bordes. Como se explica con mayor profundidad más adelante, el espaciado entre los electrodos 46 no es uniforme, de modo que los diferentes canales 48 poseen anchos diferentes. La cámara de calentamiento inferior 44 contiene más electrodos planos en forma de placa 50 que subdividen la cámara 44 en numerosos canales individuales generalmente rectangulares 52 (fig. 3) que también poseen diferentes anchos.

35 **[0016]** Como se observa con mayor claridad en las figs. 4, 5 y 6, una estructura de salida 54 delimita las cámaras 42 y 44 y, por tanto, los canales 48 y 52 en los extremos de aguas abajo de los canales 48 y 52 cerca de la primera placa terminal 12 y la primera pieza terminal interior 34. La estructura de salida 54 separa de este modo los canales y cámaras de calentamiento de una cámara de salida 56 (figs. 4 y 5) en el interior de la primera pieza terminal 34.

40 **[0017]** Como se observa con mayor claridad en la fig. 5, la estructura de la pared de salida 54 posee un lado situado aguas arriba (hacia la parte superior del dibujo de la fig. 5) orientado hacia a los canales 48 y un lado situado aguas abajo (hacia la parte inferior del dibujo en la fig. 5) orientado hacia el espacio de salida 56. Los electrodos 46 son recibidos en unos surcos (que no se muestran) que se extienden hacia el lado de la estructura de salida 54 situado aguas arriba. La estructura de salida 54 también posee unas paredes separadoras 58 que son sustancialmente coplanarias con respecto a los electrodos individuales, de modo que las paredes separadoras 58 mantienen eficazmente cada canal 46 separado del canal contiguo 46. Existe un pequeño hueco 60 entre cada electrodo y la pared separadora coplanaria 58, pero dichos huecos resultan sustancialmente inconsecuentes con respecto al flujo de fluido. La estructura de salida cierra eficazmente el extremo de cada canal 48 en la estructura de salida 54 aparte de las aberturas en la estructura de salida que se explican más adelante.

50 **[0018]** El segundo elemento interior 36 en el segundo hueco terminal 14 define un espacio de entrada de fluido, que se muestra esquemáticamente con el número 62 (figs. 2 y 4), abierto a los extremos de los canales contiguos al segundo hueco terminal 14. Un canal de admisión de fluido 38 se comunica con la abertura de entrada de fluido 20 en la primera tapa terminal 12, y con el espacio de entrada de fluido 62 (figs. 2 y 3) contiguo a la segunda tapa terminal 14. Un canal de salida de fluido 40 (figs. 2 y 3) se comunica con el espacio de salida 56 (figs. 4 y 5) contiguo a la primera tapa terminal 12, y también se comunica con la abertura de salida de fluido 22 de la segunda tapa terminal 14 (fig. 1). De este modo, como se indica mediante la trayectoria de flujo curva 63 que se muestra en la fig. 2, el fluido que pasa a través del dispositivo entra por la primera tapa terminal 12 y pasa a través del canal de entrada de fluido 38 hasta la cámara de entrada 62 contigua a la segunda tapa terminal 14. El fluido

pasa a continuación a través de los canales 48 y 52 de las cámaras de flujo 42 y 44 hacia la primera tapa terminal 12, y pasa desde los canales a través de las aberturas en la estructura de salida 54 y entra en la cámara de salida 56. El fluido pasa a continuación desde la cámara de salida 56 a través del canal de salida de fluido 40 (figs. 2 y 3) y hacia el exterior del dispositivo a través de la abertura de salida 22 en la segunda tapa terminal 14. De este modo, el fluido que fluye por el interior de los canales 48 y 52 pasa en la dirección que va desde la segunda tapa terminal 14 hacia la primera tapa terminal 12. En referencia a las estructuras de los canales y la estructura de salida, dicha dirección se denomina en la presente memoria «dirección aguas abajo» y se indica mediante la flecha D en cada una de las figs. 2, 4 y 5, mientras que la dirección opuesta se denomina en la presente memoria dirección «aguas arriba».

10

**[0019]** Como se observa con mayor claridad en las figs. 5 y 6, la estructura de salida 54 incluye un par de pestañas 64 que se extienden a través de cada canal 48 en las direcciones denominadas en la presente memoria como direcciones del «filamento» o «transversales» del canal W (fig. 6). La dirección transversal está orientada hacia dentro y hacia fuera del plano del dibujo en la fig. 5. Las pestañas 64 definen una ranura 66 entre ellas. La ranura es alargada y se extiende a través del canal 48 en la dirección transversal W. Como se observa con mayor claridad en la fig. 5, la ranura 66 está abierta al espacio de salida 56, de manera que la ranura está abierta para el flujo o fluido que sale por el canal 48.

15

**[0020]** La estructura de salida también define un par de cámaras colectoras 70 descentradas con respecto a la ranura 66 en direcciones laterales opuestas simbolizadas por las flechas L en las figs. 5 y 6. Las direcciones laterales son transversales con respecto a la dirección transversal W y también son transversales con respecto a la dirección aguas abajo D. Las cámaras colectoras 70 asociadas con cada canal 48 están separadas de la ranura por las pestañas 64 y se extienden en dirección aguas abajo desde las pestañas. Las cámaras colectoras están abiertas en dirección aguas arriba. La estructura de salida también define unos orificios de salida 72 que conectan los extremos de aguas abajo de las cámaras colectoras 70 con el espacio de salida 56. De este modo, los orificios de salida también están abiertos para el flujo o fluido que sale por el canal 48. La ranura 66 asociada con cada canal posee una sección transversal con un área más pequeña que el canal. Los orificios de salida 72 asociados con cada canal también poseen una sección transversal con un área más pequeña que el canal y, preferentemente, una sección transversal con un área total más pequeña que el área de la sección transversal de la ranura.

20

**[0021]** Como se observa con mayor claridad en la fig. 5, cada una de las cámaras colectoras 70 presenta una pared delimitadora que generalmente tiene forma de semicírculo con el eje orientado en la dirección transversal W (la dirección que entra y sale del plano del dibujo en la fig. 5). La pared delimitadora de cada cámara colectoradora 70 incluye una pared delimitadora interior que se extiende a lo largo del lado de una de las pestañas. Dicha pared lateral se inclina alejándose de la ranura en la dirección lateral hacia el extremo de aguas abajo de la cámara colectoradora. Cada cámara colectoradora 70 también presenta una pared delimitadora exterior alejada de la ranura y que se inclina generalmente hacia dentro y hacia la ranura, hacia el extremo de aguas abajo de la cámara colectoradora. Las paredes delimitadoras se inclinan una hacia la otra y se encuentran en un punto de la cámara colectoradora más alejado en dirección aguas abajo, en la intersección de la cámara y el orificio de salida 72 asociado con la cámara.

25

**[0022]** La estructura de salida 54 define una configuración similar de una ranura, cámaras colectoras y orificios de salida para cada canal 48 de la cámara de flujo superior 42 y para cada canal 52 de la cámara de flujo inferior 44.

**[0023]** Como se observa con mayor claridad en la fig. 6, las ranuras 66 de todos los canales de flujo 48 de la cámara de flujo superior 42 están alineados entre sí, al igual que las cámaras de salida de todos los canales 48. La ranura, pestañas y cámaras de salida ocupan sustancialmente toda el área de la sección transversal de cada canal. La ranura asociada con cada canal tiene el mismo ancho en la dirección lateral L, pero se extiende a través de toda la extensión del canal en la dirección W. Como se aprecia con mayor claridad en referencia a la fig. 6, y también en referencia a la fig. 3, los diversos canales 46 de la cámara de flujo superior difieren entre sí en sus dimensiones en la dirección del filamento W y, por tanto, en el área de la sección transversal. Asimismo, los diversos canales 52 de la cámara de flujo inferior 48 difieren entre sí en las dimensiones en la dirección del filamento y, por tanto, en el área de la sección transversal. Esto es una consecuencia del espaciado desigual entre los electrodos 46 y entre los electrodos 50 asociados con los diversos canales de flujo. No obstante, cada ranura posee una sección transversal con un área sustancialmente más pequeña que el canal asociado. Tan solo a modo de ejemplo, el ancho de cada ranura 66 en la dirección lateral L puede ser del orden de 2,92 mm (0,115 pulgadas), mientras que la dimensión de cada canal 46 y 52 en la dirección lateral puede ser de aproximadamente 23,596 mm (0,929 pulgadas), de manera que la proporción del área de la sección transversal de la ranura con respecto al área de la sección transversal del canal es de aproximadamente 0,12.

30

35

40

45

50

55

**[0024]** Los diámetros de los orificios de salida, por ejemplo los orificios de salida 72 (figs. 5 y 6), se seleccionan deseablemente de manera que los orificios de salida asociados con el canal más pequeño poseen el mínimo diámetro que permitirá de manera fiable el paso de burbujas a través de los orificios. Aunque la presente invención no está limitada por ninguna teoría de relativa al funcionamiento, se cree que este diámetro mínimo está relacionado con la tensión superficial del líquido. Para agua caliente de uso doméstico a aproximadamente entre 37,78 y 48,89° C (100-120° F), el diámetro mínimo es de aproximadamente 1,778 mm (0,070 pulgadas). Este diámetro mínimo arroja una proporción de aproximadamente 0,35 entre el área total de los orificios de salida y el área abierta de la ranura 66 asociada con el canal más pequeño (tras descontar el área bloqueada por el filamento 76 que se explica más adelante). Los orificios de salida asociados con canales más grandes tienen un diámetro mayor, a fin de mantener una proporción razonablemente uniforme entre las áreas de las secciones transversales de los orificios de salida asociados con cada canal y el área de la sección transversal de la ranura asociada con cada canal. Por ejemplo, esta proporción puede ser de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,45 para todos los canales.

15

**[0025]** Un monofilamento alargado 76 está montado en la estructura de salida y se extiende en la dirección transversal W alineado con las ranuras 66 asociadas con todos los canales 48 en la cámara superior 42. El filamento 76 se apoya en unas pequeñas muescas de las paredes separadoras 58 de la estructura de salida 54. El filamento 76 se extiende a lo largo de las ranuras de todas las cámaras. Una parte del filamento (que no se muestra) se extiende entre las ranuras de la cámara de flujo superior y las ranuras asociadas con la cámara de flujo inferior. Esta parte está situada en el interior del espacio de salida 56. El filamento 76 es un filamento con un diámetro fino y con una resistencia que varía con la temperatura. Por ejemplo, el filamento 76 puede ser un filamento formado a partir de una aleación de níquel y hierro, como por ejemplo una aleación con un 70% de níquel y un 30% de hierro del tipo que se vende bajo la denominación comercial de aleación Balco de 120 ohmios, y puede tener un calibre de aproximadamente 40 (diámetro de 0,079 mm) con una delgada cubierta dieléctrica. La cubierta dieléctrica está formada preferentemente por un polímero como, por ejemplo, un fluoropolímero tal como un polímero PTFE comercializado bajo la marca Teflon® (teflón). La cubierta dieléctrica aísla el filamento con respecto al fluido que fluye en el calentador. La cubierta dieléctrica debería ser lo más delgada posible y carecer de picaduras u otros huecos.

30

**[0026]** Los extremos de aguas arriba de los electrodos 50 y 48 sobresalen a través de la segunda estructura terminal interior 36 y la segunda tapa terminal 14, como se aprecia con mayor claridad en referencia a la fig. 2, en la que resultan visibles los extremos de aguas arriba de los electrodos 50 asociados con la cámara de flujo inferior. Los electrodos 46 asociados con la cámara de flujo superior 42 se eliminan en la fig. 2 para ilustrarla con mayor claridad. Los electrodos están sellados a la segunda estructura terminal interior 36. Los extremos de aguas arriba de los electrodos están conectados a unos elementos de conmutación montados en el interior del protector 26 (fig. 4). Algunos de los elementos de conmutación se indican esquemáticamente mediante las flechas 82 de la fig. 7. Los elementos de conmutación pueden ser unos conmutadores mecánicos accionados por relés, pero, más preferentemente, son elementos de conmutación basados en semiconductores, como, por ejemplo, triacs, transistores de efecto campo o similares. Los elementos de conmutación asociados con cada electrodo se pueden accionar deseablemente para conectar cada electrodo con uno de los polos 84 u 86 de una conexión de alimentación de CA. La conexión de alimentación de CA en esta forma de realización es una conexión de CA monofásica preparada para conectarla a la red de alimentación eléctrica doméstica ordinaria. Cuando los polos de la fuente de alimentación están conectados a la red eléctrica doméstica, se produce una tensión alterna, típicamente de 220 voltios en EE. UU., entre los polos 84 y 86. Aunque en la fig. 6 solo se ilustran unos pocos electrodos 46 y 50 para mayor claridad de la ilustración, cada electrodo cuenta con elementos de conmutación 82, y cada electrodo se puede conectar de manera independiente a cualquiera de los polos de la fuente de alimentación.

**[0027]** El filamento 76 está conectado en un circuito de control que se muestra esquemáticamente en la fig. 7. El circuito de control incluye un dispositivo de supervisión de resistencia 78 configurado para detectar la resistencia eléctrica del filamento 76 y para proporcionar una señal que representa la resistencia del filamento como una señal de temperatura que representa la temperatura del fluido contenido en el calentador o que lo atraviesa. El circuito de control incluye además una unidad lógica de control 80 que está conectada con el dispositivo de supervisión de resistencia de manera que la lógica de control recibe la señal de temperatura. La unidad de lógica de control también está conectada a una fuente 81 de un valor de punto de ajuste. Este valor de punto de ajuste puede ser un ajuste permanente o puede ser un ajuste seleccionable por el usuario, en cuyo caso la fuente 81 del punto de ajuste puede ser un control accionable por el usuario como, por ejemplo, un disco selector, teclado numérico o similar.

**[0028]** Los elementos de conmutación 82 son accionados por la lógica de control 80. Tal como se explica con

mayor detalle en la publicación -527, la lógica de control 80 puede conectar los electrodos a los polos de la fuente de alimentación de corriente y puede dejar algunos de los electrodos, o todos, sin conectar. Al conectar y desconectar los diferentes electrodos a la alimentación eléctrica, la lógica de control puede crear trayectorias de corriente de diferentes longitudes y, por tanto, de diferente resistencia eléctrica. Tan solo a modo de ejemplo, al conectar los 5 electrodos 46a y 56b en los extremos de la cámara 42 a polos opuestos de la fuente de alimentación de corriente dejando todos los demás electrodos 46 sin conectar a la fuente de alimentación, se crea una trayectoria de corriente relativamente larga y de alta resistencia a través del fluido en todos los canales de flujo 48 de la cámara superior 42. En cambio, al conectar entre sí dos electrodos inmediatamente contiguos cualesquiera, se crea una trayectoria de flujo de corriente muy corta, de baja resistencia y, por tanto de alta corriente. El espaciado desigual entre los 10 electrodos permite crear una gran variedad de trayectorias de flujo de diferentes longitudes. Se puede crear una pluralidad de trayectorias de flujo de corriente conectando más de dos electrodos a los polos de la fuente de alimentación, y cada trayectoria de flujo de corriente puede incluir un único canal de flujo o múltiples canales de flujo. Los canales de flujo de la cámara inferior 44 proporcionan una acción similar. Como se explica más detalladamente en la publicación -527, el espaciado de los electrodos proporciona trayectorias de flujo de corriente con diferente 15 resistencia eléctrica y, por tanto, diferente conductividad eléctrica cuando se llenan con un fluido con una conductividad determinada. Las conductancias y, por tanto, la corriente que fluirá a lo largo de cada trayectoria incluyen deseablemente numerosas conductancias y corrientes diferentes. Las diferentes conductancias y corrientes incluyen deseablemente conductancias y corrientes que definen una progresión escalonada de conductancias y corrientes que forma una progresión sustancialmente logarítmica entre una conductancia mínima no nula (y flujo de corriente mínimo no nulo) y una conductancia máxima y flujo de corriente máximo. Para cada escalón de la 20 progresión, la conductancia es la suma de las conductancias entre todos los pares de electrodos que están conectados a la fuente de alimentación, y el flujo de corriente es la suma de todos los flujos de corriente entre los electrodos conectados. Deseablemente, las proporciones de los flujos de corriente y, por tanto, de la conductancia de los escalones de la progresión son sustancialmente uniformes. Más preferentemente, la progresión incluye al 25 menos 60 escalones y deseablemente más, y se selecciona de manera que la diferencia en el flujo de corriente entre dos escalones cualesquiera de la progresión no sea mayor de aproximadamente el 25% del máximo flujo de corriente, y deseablemente menos, más preferentemente de aproximadamente el 10% del máximo flujo de corriente o menos. Los valores de conductancias y flujos de corriente disponibles también pueden incluir valores redundantes que no son necesarios para formar la progresión, tal como, por ejemplo, un valor de flujo de corriente que es 30 exactamente igual o casi exactamente igual que otro valor de flujo de corriente incorporado en la progresión.

**[0029]** Tal como se describe más detalladamente en la publicación -527, la lógica de control 80 responde ante una señal que indica la temperatura del fluido que fluye a través del calentador, o que está presente en el calentador, que en este caso es la señal emitida por el dispositivo de supervisión de resistencia 78, escogiendo un 35 escalón con un valor de corriente total más grande o más pequeño. Más preferentemente, la lógica de control 80 está preparada para evaluar la señal y cambiar en consecuencia el valor de la corriente numerosas veces por segundo, más preferentemente una vez en cada ciclo de la tensión de CA aplicada a la fuente de alimentación 84, 86. En una configuración particularmente preferida, la lógica de control está configurada para cambiar la combinación de electrodos inactivos aproximadamente en el momento en el que la tensión en la fuente de 40 alimentación cruza el cero durante el ciclo normal de CA. Esto ayuda a asegurar que la acción de conmutación no genere «ruido» en la línea eléctrica o interferencias de radiofrecuencia. Además, la lógica de control está deseablemente configurada para realizar un cambio en el conjunto de electrodos conectados de un escalón en cada ciclo. Es decir, si la señal de temperatura indica que se requiere un mayor flujo de corriente, la lógica de control seleccionará la conexión que proporciona el siguiente escalón superior de la progresión escalonada y energizará los 45 electrodos según ese patrón, y lo repetirá tanto como sea necesario hasta que la señal de temperatura indique que el valor de la temperatura del líquido es el deseado. Por expresarlo de otro modo, la lógica de control deseablemente no «salta» inmediatamente a un escalón mucho más alto. Esto ayuda a asegurar que la acción de conmutación no cause fluctuaciones de tensión en la línea de alimentación y, por tanto, no provoque, por ejemplo, la atenuación de las luces en un edificio en el que esté instalado el calentador.

**[0030]** En el canal de admisión 38 y el canal de salida 40 están montados unos electrodos de fuga 90. Los electrodos de fuga también se extienden a través de la segunda estructura terminal interior 36 y la segunda tapa terminal 14. Los electrodos de fuga están conectados permanentemente a la conexión a tierra de la fuente de 50 alimentación. Los electrodos de fuga garantizan que la corriente no pueda pasar desde cualquiera de los electrodos 46 o 50 a través del líquido circulante hasta el sistema de cañerías o el fluido que fluye a través del sistema. Los electrodos de fuga también aseguran que la corriente no pueda pasar a ninguno de los tapones terminales o al 55 receptáculo 16. El receptáculo y los tapones terminales también pueden estar conectados eléctricamente a la conexión a tierra de la fuente de alimentación para mayor seguridad.



**[0031]** En su funcionamiento, la abertura de entrada 20 está conectada a una fuente del líquido que se va a calentar, como por ejemplo el sistema de cañerías de una vivienda, y la abertura de salida 22 está conectada a un punto de utilización. Un líquido como por ejemplo el agua fluye a través del calentador, tal como se explica anteriormente, a través del canal de admisión 38, pasa generalmente en dirección aguas arriba U desde la primera  
 5 tapa terminal 12 hacia la tapa terminal 14 en el canal de entrada y entra en contacto con el electrodo de fuga de dicho canal. A continuación, el líquido pasa en dirección aguas abajo a través de los diversos canales 48 y 50 al tiempo que se va calentando por el paso de una corriente a través del líquido entre los electrodos. A medida que el líquido alcanza el extremo de aguas abajo de cada canal, la mayor parte del líquido que fluye en cada canal sale del canal hacia el espacio de salida 56 (figs. 5 y 6) a través de las ranuras asociadas con cada canal, y de este modo  
 10 pasa sobre el filamento 76.

**[0032]** El filamento 76 se extiende a lo largo de las ranuras asociadas con todos los canales y, de este modo, queda expuesto al líquido que fluye en todos los canales. El líquido que fluye en canales diferentes se calentará en diferente medida. Por ejemplo, si la combinación concreta de electrodos que están conectados a la fuente de  
 15 alimentación es tal que no fluye ninguna corriente a través de un canal concreto, el líquido que fluye en dicho canal no se calentará en absoluto de manera directa, aunque se puede calentar ligeramente debido a la transferencia de calor de los canales contiguos. El líquido que fluye en los diversos canales se mezcla en el espacio de salida 56 y sale del calentador a través del canal de salida 40, donde vuelve a entrar en contacto con el electrodo de fuga de corriente 90 y sale del sistema a través de la abertura de salida 22. La temperatura efectiva del líquido que sale por  
 20 la abertura de salida reflejará la temperatura en conjunto del líquido que sale de los diversos canales; los líquidos más calientes y más fríos se mezclarán para formar un líquido con una temperatura media final.

**[0033]** Debido a que el filamento 76 está expuesto al líquido que sale de todos los canales, la resistencia del filamento reflejará la temperatura media final del líquido que sale del calentador. No obstante, midiendo la  
 25 temperatura lo más cerca posible del extremo de aguas abajo de los canales antes de la mezcla, la resistencia del filamento medirá el promedio final sin el retraso requerido para que tenga lugar el proceso de mezcla. Además, debido a que el filamento 76 posee una masa térmica muy baja, su resistencia reflejará de manera casi instantánea las temperaturas de los líquidos que fluyen desde los canales. Estos factores minimizan el «retardo del bucle» en el sistema de control. Esto se puede entender mejor haciendo referencia a un sistema hipotético en el que la  
 30 temperatura media se mide aguas abajo con respecto a los canales de calentamiento, por ejemplo, en la abertura de salida de fluido 22 del calentador. En dicho sistema, si la temperatura del líquido es inferior a la temperatura deseada del punto de ajuste, la lógica de control establecerá un ajuste más alto en los electrodos y, de este modo, aplicará más calor. No obstante, hasta que el líquido calentado pase en dirección aguas abajo hacia la abertura de  
 salida, el líquido que pasa sobre el sensor permanece por debajo de la temperatura del punto de ajuste y, por tanto,  
 35 la lógica de control aumentará de manera continua la corriente aplicada. Esto puede hacer que la lógica de control aplique una corriente mucho mayor que la realmente necesaria para producir el punto de ajuste deseado, lo que da lugar a un estado de «sobrexceso». Al minimizar el retardo del bucle, el calentador de acuerdo con esta forma de realización proporciona un sistema de control más eficaz. La señal de resistencia procedente del dispositivo de supervisión de resistencia 78 va reflejando la temperatura de manera tan precisa que normalmente no es necesario  
 40 proporcionar a la lógica de control una señal representativa del cambio en la señal de resistencia. No obstante, si se desea, se puede aplicar dicha señal.

**[0034]** El filamento 76 está situado muy cerca de los extremos de aguas abajo de los electrodos y canales. De este modo, el filamento 76 se encuentra en comunicación térmica eficaz con el fluido contenido en los propios  
 45 canales, incluso cuando no hay ningún líquido fluyendo. De este modo, el sistema de control puede mantener la temperatura del líquido del interior de los canales en el punto de ajuste deseado, incluso cuando no hay ningún líquido fluyendo a través del sistema. No es necesario proporcionar un sensor distinto para usarlo durante dichas condiciones de ausencia de flujo. Además, tampoco es necesario proporcionar un sensor de flujo u otro dispositivo para detectar un estado de ausencia de flujo.  
 50

**[0035]** Todas estas ventajas se logran con una configuración de detección de temperatura extremadamente sencilla. El monofilamento usado en las formas de realización expuestas anteriormente es el sumun de la sencillez y tan solo requiere una o dos conexiones al exterior del espacio presurizado y lleno de líquido.

**[0036]** En otra configuración, el monofilamento 76 puede presentar muchas pasadas o vueltas, con cada pasada o vuelta extendiéndose a través de todas las ranuras asociadas con todos los canales de flujo. Esto proporciona un aumento en la sensibilidad o un cambio en la resistencia por cambio unitario en la temperatura. En otra variante, el filamento se puede proporcionar en segmentos, con cada segmento extendiéndose tan solo a través de unos pocos canales, y con una supervisión individual de la resistencia de cada segmento llevada a cabo por el

sistema de control. No obstante, en dicha configuración, el sistema de control incluiría preferentemente un circuito que combine matemáticamente los valores de resistencia, por ejemplo, tomando un promedio. En otra variante, se podría proporcionar un filamento individual u otro sensor para cada canal. No obstante, dicha configuración requeriría un circuito más complejo, una programación lógica más compleja en el circuito, o ambos. Además, una configuración en la que se usen múltiples sensores asociados con múltiples canales requeriría que hubiera múltiples conexiones eléctricas saliendo del espacio de flujo del fluido, con lo que se aumentaría la posibilidad de fugas u otros fallos de las conexiones y aumentaría el coste del sistema.

**[0037]** A medida que el líquido pasa en dirección aguas abajo a través de los canales y es calentado por la corriente que lo atraviesa, tienden a surgir burbujas de gas en el seno del líquido. Por ejemplo, los gases disueltos en el líquido tienden a disgregarse de la disolución a medida que se calienta el líquido. Si dichas burbujas de gas se adhieren al filamento sensible 76, pueden dificultar la transferencia de calor al filamento sensible y, de este modo, provocar retardos o errores en las señales de temperatura. La estructura de salida y los componentes relacionados minimizan la posibilidad de que las burbujas de gas se adhieran al filamento de salida. El área relativamente pequeña de la sección transversal de la ranura 66 tiende a crear un flujo de líquido de alta velocidad a través de la ranura, lo que ayuda a desprender las burbujas de gas del filamento. Además, las cámaras colectoras 70 tenderán a atrapar las burbujas presentes en el líquido, de manera que las burbujas salgan del canal a través de las aberturas de salida 72, y, por tanto, no crucen el filamento en absoluto. Sorprendentemente, la configuración de aberturas de salida, cámaras colectoras y ranura tiende a proporcionar esta acción independientemente de la orientación del calentador con respecto a la gravedad. La forma concreta de las cámaras colectoras 70 y elementos asociados puede variar en cierta medida. Por ejemplo, no es necesario que las cámaras colectoras tengan la forma semicircular que se muestra, sino que pueden tener una sección transversal generalmente poligonal.

**[0038]** Las áreas relativamente pequeñas de la sección transversal de las ranuras y los orificios de salida proporcionan una resistencia al flujo que resulta apreciable en comparación con la resistencia al flujo de los canales 46 y 52. Esto ayuda a igualar la velocidad del líquido que fluye en los diversos canales.

**[0039]** El diseño modular del calentador que se describe en la presente memoria permite producir de manera sencilla calentadores con numerosas escalas de capacidad diferentes. Se puede proporcionar un calentador con mayor capacidad simplemente utilizando electrodos más largos, una carcasa 16 más larga y más elementos intermedios 32.

**[0040]** En las formas de realización expuestas anteriormente, las diferentes conductancias de las diferentes trayectorias de flujo 46 y 52 se deben a los diferentes espacios entre los diversos electrodos en la dirección del filamento W (fig. 6). Esto resulta deseable, debido a que prácticamente toda el área de cada electrodo está expuesta al fluido circulante para la transferencia de corriente, y las densidades de la corriente son sustancialmente uniformes a lo largo de toda el área de la superficie de cada electrodo. Se podrían utilizar otras configuraciones más complicadas para proporcionar la misma diferencia en la conductancia entre los diversos canales. Por ejemplo, los canales podrían tener un ancho uniforme en la dirección del filamento, pero algunos canales podrían contar con una barrera dieléctrica extendiéndose en el interior del canal en la dirección lateral L (fig. 6), a fin de estrechar una parte de la trayectoria de conducción. Otra posibilidad consiste en que algunos de los electrodos estén recubiertos en partes de su superficie con un material dieléctrico con el fin de reducir el área de la trayectoria de la corriente e incrementar así la resistencia eléctrica del canal. Dichas configuraciones son menos preferidas, ya que implican la presencia de densidades de corriente no uniformes a lo largo de las superficies de los electrodos.

**[0041]** La configuración física de los canales de flujo en dos conjuntos (canales de flujo 46 en la cámara de flujo superior 42 y canales de flujo 52 en la cámara de flujo inferior 44) ayuda a proporcionar una configuración más compacta con una dimensión más pequeña en la dirección transversal o del filamento, es decir, en una dirección transversal con respecto a las direcciones aguas arriba y aguas abajo. Esto, a su vez, facilita la construcción del receptáculo presurizado, incluida la carcasa 16. Para cumplir con las normativas y los protocolos de seguridad, la carcasa 16 normalmente debe estar configurada para soportar una presión interna muy superior a la que se experimenta normalmente durante su funcionamiento.

**[0042]** Los calentadores del tipo expuesto anteriormente se pueden utilizar en diversas aplicaciones, pero resultan particularmente útiles en el calentamiento del circuito de agua caliente de una vivienda. Se puede proporcionar un calentador que sirva para toda la vivienda o, aún más preferentemente, se pueden instalar calentadores individuales asociados con dispositivos de consumo de agua individuales, o con un subconjunto de los dispositivos existentes en la vivienda, como, por ejemplo, un calentador individual para cada cuarto de baño o cocina. En un sistema en el que un calentador individual está asociado con un dispositivo de utilización de agua

individual, tal como un grifo o una ducha, el punto de ajuste se puede fijar mediante un botón del dispositivo de utilización.

- 5 **[0043]** Aunque en la presente memoria se han descrito los elementos del sistema de control, como por ejemplo el filamento detector de temperatura, y los elementos para la eliminación de burbujas, como por ejemplo la ranura y las cámaras colectoras, junto con un calentador directo por resistencia eléctrica en el que los elementos de aplicación de energía eléctrica del calentador consisten en unos electrodos; el filamento y los elementos de eliminación de burbujas también se pueden utilizar en otras aplicaciones. Por ejemplo, un calentador de líquido puede incluir múltiples canales con elementos de calentamiento individuales expuestos al fluido que fluye en cada canal, con los elementos de calentamiento configurados para disipar la potencia eléctrica en los propios elementos de calentamiento y transferir el calor al fluido que fluye en los canales individuales. Dicho calentador podría estar provisto de un filamento detector y elementos de eliminación de burbujas como los expuestos en la presente memoria.
- 10
- 15 **[0044]** Debido a que se pueden utilizar estas y otras variaciones y combinaciones de las características expuestas anteriormente sin alejarse de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones, la anterior descripción se debe entender a modo de ilustración y no de limitación de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Calentador de fluido que comprende:

5 (a) una estructura de canales que define una abertura de entrada (20), una abertura de salida (22) y una pluralidad de canales (48) que se extienden en dirección aguas abajo y se comunican con la abertura de entrada y la de salida, de manera que el fluido puede fluir en paralelo a través de los canales desde la abertura de entrada hasta la de salida, y la estructura de canales incluye uno o más elementos de aplicación de energía eléctrica (46; 50) asociados con cada canal (48);

10

(b) un dispositivo detector de temperatura (76); y

(c) un circuito de control conectado a los elementos de aplicación de energía eléctrica (46; 50) y el dispositivo detector de temperatura (76), con el circuito de control configurado para supervisar la temperatura y controlar la aplicación de potencia a los elementos de aplicación de energía eléctrica en respuesta a la temperatura, de manera que, al menos en determinadas condiciones de control, el fluido que fluye por diferentes canales se calentará a diferentes temperaturas, **caracterizado porque** el dispositivo detector de temperatura (76) consiste en un filamento (76) que se extiende a través de una pluralidad de canales contiguos a sus extremos de aguas abajo, y el circuito de control está configurado para supervisar la temperatura a través de una resistencia eléctrica del filamento y controlar dicha aplicación de potencia en respuesta a la resistencia eléctrica del filamento.

20

2. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el circuito de control incluye una conexión de alimentación eléctrica (84; 86) y al menos un conmutador (82) conectado entre dicho elemento de aplicación de energía eléctrica y la alimentación eléctrica, con el circuito de control configurado para accionar los conmutadores (82) a fin de conectar y desconectar los elementos de aplicación de energía eléctrica con la alimentación eléctrica.

25

3. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los elementos de aplicación de energía eléctrica (46; 50) incluyen electrodos expuestos al contacto con un fluido que fluye en los canales (49) y el circuito de control está configurado para accionar los conmutadores (82) de manera que la corriente eléctrica pasa a través del fluido en al menos algunos de los canales.

30

4. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los electrodos (46; 50) poseen unos bordes situados aguas abajo y el filamento (76) está dispuesto a menos de aproximadamente 10 mm de los bordes de aguas abajo de los electrodos.

35

5. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho filamento (76) es alargado y se extiende a través de dichos canales (48) en dirección transversal, y dicho calentador de fluido comprende:

40 una estructura de salida (54) que delimita cada uno de dichos canales (48) en el extremo de aguas abajo del canal, y la estructura de salida define una ranura (66) que se extiende a través de los canales en dirección transversal y alineada con el filamento (76), y la ranura (66) presenta una sección transversal con un área más pequeña que el área de la sección transversal de cada uno de dichos canales, la ranura está abierta para el flujo de fluido que sale por los canales, la estructura de salida define además un par de cámaras colectoras (70) dispuestas en lados opuestos de la ranura (66) y descentradas en relación con la ranura en direcciones laterales transversales con respecto a la dirección aguas abajo y a la dirección transversal, y un par de pestañas alargadas (64) que se extienden en dirección transversal y separan las cámaras de la ranura (66), con las cámaras colectoras (70) abiertas en dirección aguas arriba y extendiéndose en dirección aguas abajo desde las pestañas (64), y la estructura de salida (54) define además unos orificios de salida (72) que se comunican con las cámaras colectoras (70) y están abiertos para el flujo de fluido que sale de los canales, y los orificios de salida (72) poseen unas secciones transversales cuya área, en conjunto, es más pequeña que el área de la sección transversal de la ranura (49).

45

50

6. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho filamento se extiende por el interior de la ranura (66).

55

7. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada una de las cámaras (70) posee una pared delimitadora interior definida por una de las pestañas (64), y la pared delimitadora interior se inclina alejándose de la ranura (66) en una de dichas direcciones laterales a lo largo de la porción de aguas abajo de la pared delimitadora.

8. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 7, en el que cada una de las cámaras (70) posee una pared delimitadora exterior alejada de la ranura (49) e inclinada en dirección a la ranura a lo largo de la porción de aguas abajo de la pared delimitadora exterior.

5

9. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada una de las cámaras (70) posee unas paredes delimitadoras generalmente en forma de semicilindro circular con un eje orientado en la dirección transversal.

10 10. Calentador de fluido de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada uno de dichos canales (49) tiene una sección transversal generalmente rectangular y en el que dichas cámaras colectoras (70) y dicha ranura (49) se extienden de manera cooperativa a lo largo de sustancialmente toda el área de la sección transversal de cada canal.



