

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 786**

51 Int. Cl.:

A61F 7/08 (2006.01)

F16F 15/10 (2006.01)

A61B 90/17 (2006.01)

A61F 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2016** E **16178448 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019** EP **3266426**

54 Título: **Aparato de calentamiento de fluido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.07.2019

73 Titular/es:

**THE SURGICAL COMPANY INTERNATIONAL B.V.
(100.0%)
Beeldschermweg 6F
3821 AH Amersfoort, NL**

72 Inventor/es:

**VAN DEN BERG, BERT;
KEUNING, JASPER;
TIJSSEN, PETER y
VAN OUDENALLEN, ROBERTUS GERARDUS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 720 786 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

Aparato de calentamiento de fluido

Campo de la invención

Esta invención se refiere a: aparato de calentamiento de fluido; y a un método de calentamiento de fluido.

5 Antecedentes de la invención

Los dispositivos utilizados para el calentamiento de aire forzado típicamente consisten en un ventilador y un calentador para generar un flujo de aire calentado y un mecanismo de regulación de temperatura para controlar la temperatura del calentador y por lo tanto del flujo de aire calentado. El calentador está previsto típicamente aguas abajo del ventilador para maximizar la eficiencia térmica. El flujo de aire calentado es aplicado a un paciente a través de una manguera y una manta perforada que es colocada sobre el cuerpo de un paciente. Las aberturas en la manta hacen que el aire calentado salga de la manta sobre el paciente, calentando de este modo al paciente mediante convección forzada. Para asegurar que el aire que es suministrado al paciente está a la temperatura correcta, el mecanismo de regulación de temperatura requiere una medición precisa de la temperatura del flujo de aire calentado generado por el ventilador y el calentador.

Es típico que los calentadores de tales dispositivos comprendan una pluralidad de elementos de calentamiento resistivos espaciados entre sí, en cuyo caso el aire que entra en contacto con los elementos de calentamiento es calentado más que el aire que fluye a través de los espacios entre elementos de calentamiento adyacentes sin entrar en contacto con ellos, que permanece típicamente sin calentar (aunque tendrá lugar algún calentamiento por radiación térmica). Esto hace que el flujo de aire calentado generado por el ventilador y el calentador tenga una distribución de temperatura no homogénea a lo largo de la dirección en la que están espaciados los elementos de calentamiento. La medición de la temperatura del flujo de aire calentado cerca del calentador está sujeta a un error significativo ya que no está claro si el sensor de temperatura está previsto en una parte del flujo de aire que ha sido calentada o en una parte que está relativamente sin calentar. Además, independientemente de qué parte del flujo de aire es medida, la temperatura medida no es necesariamente representativa de la temperatura del aire que incidirá en el paciente (porque las partes caliente y fría del flujo de aire no se han mezclado todavía). A medida que el flujo de aire calentado se aleja del calentador, se mezcla, haciendo de este modo la distribución de temperatura más homogénea. Con el fin de obtener una medición más precisa de la temperatura del flujo de aire calentado, las mediciones de temperatura pueden ser realizadas lejos aguas abajo del calentador donde la distribución de temperatura del flujo de aire calentado es más homogénea. Cuanto más lejos del calentador son colocados los sensores, más homogénea es la temperatura del aire.

Para proporcionar el flujo de aire calentado con una temperatura estable, el mecanismo de regulación de temperatura debe ser capaz de reaccionar rápidamente a cambios en las circunstancias. Por ejemplo, si existe un bloqueo repentino al flujo de aire en el extremo de la manguera, se impide que el aire fluya fuera de la manguera. Si el calentador permanece encendido, el aire atrapado entre el calentador y el bloqueo continúa calentándose, lo que puede aumentar involuntariamente la temperatura del aire proporcionado al paciente. Para impedir esto, el sistema de medición de temperatura debe ser capaz de detectar rápidamente cambios en la temperatura de la corriente de aire calentado generada por el ventilador y el calentador, de modo que el mecanismo de regulación de temperatura pueda reducir de forma sensible la cantidad de calor producido por el calentador si se requiere. Sin embargo, en calentadores de aire forzado en los que la temperatura es medida lejos aguas abajo del calentador y del ventilador (donde la distribución de temperatura del flujo de aire calentado es más homogénea), no es posible detectar rápidamente cambios en la temperatura debido al tiempo que tarda un cambio en la temperatura del flujo de aire calentado generado por el ventilador y el calentador para afectar la parte aguas abajo del flujo de aire donde la temperatura es medida.

En algunos dispositivos de calentamiento de aire forzado, el calentador es colocado antes del ventilador de tal manera que el ventilador ayuda a mezclar las parte de aire calentado con partes de aire relativamente sin calentar. Esto da como resultado un flujo de aire calentado con una distribución de temperatura homogénea. Sin embargo, debido a que algo del calor generado por el calentador calienta los componentes previstos entre el calentador y los sensores de temperatura (por ejemplo, el ventilador), los sensores de temperatura no puede detectar rápidamente cambio en la temperatura del flujo de aire calentado generado por el ventilador y el calentador, y la eficiencia térmica es baja.

Por consiguiente, se requiere una nueva forma de medir la temperatura en tales dispositivos que sea precisa y que pueda reaccionar rápidamente a los cambios en las circunstancias.

El documento US 2010/0286754 A1 describe un conjunto para impedir y tratar la dermatitis cutánea basada en la humedad que incluye un módulo de acondicionamiento de flujo de aire posicionado en el flujo de aire de salida en la cámara de flujo de aire de salida para aumentar o disminuir la temperatura del flujo de aire generado.

El documento US 6.440.157 B1 describe un sistema de calentamiento de manta de fluido para un paciente que incluye una unidad de manta térmica para recibir gas calentado a través de un puerto de acoplamiento. Una fuente de calor portátil incluye una unidad de calentador y una unidad de soplador que son controladas por una unidad de control para proporcionar una salida deseada de temperatura a un paciente.

El documento US 2004/0204748 A1 describe una unidad de calentamiento de aire forzado.

El documento JP2004124310 (A) describe un horno a prueba de llamas capaz de mantener uniformemente una temperatura en una cámara de tratamiento térmico, que tiene una alta eficiencia de tratamiento y es capaz de proporcionar una fibra de carbono que tiene poca variabilidad en la calidad.

5 Resumen de la invención

La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. La invención proporciona un aparato de calentamiento de fluido (típicamente gas, típicamente aire) que comprende: un ventilador; un calentador, estando configurados el ventilador y el calentador para generar un flujo de fluido calentado (típicamente un flujo de aire calentado) que tiene una dirección de flujo principal y una distribución de temperatura no homogénea en una dirección de distribución perpendicular a dicha dirección de flujo principal; y una pluralidad de sensores de temperatura desplazados (y típicamente espaciados) entre sí en dicha dirección de distribución, en donde al menos dos (preferiblemente al menos tres, preferiblemente cada uno) de los sensores de temperatura están configurados para medir las temperaturas de partes respectivas del flujo de fluido calentado que tienen diferentes temperaturas (en uso).

Típicamente el aparato de calentamiento de fluido está configurado en uso para proporcionar un flujo de fluido de entrada a una herramienta de regulación de temperatura (por ejemplo, una herramienta de calentamiento de aire forzado tal como una manta de calentamiento de aire forzado) que utiliza el flujo de fluido de entrada para ajustar o mantener una temperatura de un sujeto (tal como un paciente humano). El flujo de fluido de entrada a la herramienta de regulación de temperatura comprende típicamente fluido procedente del flujo de fluido calentado que se ha mezclado. Por lo tanto el flujo de fluido de entrada a la herramienta de regulación de temperatura tiene típicamente una distribución de temperatura más homogénea en la dirección de distribución que el flujo de fluido calentado. Debido a la distribución de temperatura no homogénea de dicho flujo de fluido calentado en dicha dirección de distribución, las mediciones de temperatura de los sensores de temperatura individuales no son necesariamente indicativas del flujo de fluido calentado en conjunto o de hecho de la temperatura de dicho flujo de fluido de entrada. Proporcionando al menos dos sensores de temperatura configurados para medir las temperaturas de partes respectivas del flujo de fluido calentado que tienen diferentes temperaturas, se pueden obtener datos de medición de temperatura más indicativos de la temperatura del flujo de fluido calentado en conjunto. Esto permite predecir y/o regular de forma más precisa la temperatura del flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de temperatura. Además, los sensores de temperatura pueden estar previstos más cerca del calentador porque no es necesario haber mezclado físicamente dicho flujo de fluido calentado para obtener una distribución de temperatura más homogénea antes de poder determinar de forma precisa la temperatura. Esto da como resultado una detección más rápida (y fiable) de un cambio de temperatura en el flujo de fluido calentado generado por el ventilador y el calentador en comparación con los aparatos de calentamiento de fluido existentes que requieren mezclar el flujo de fluido calentado antes de obtener una lectura de temperatura fiable.

Puede ser que la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente comprenda una manta, una prenda de vestir o un elemento para situar bajo el cuerpo (por ejemplo, un colchón) configurado para regular la temperatura del paciente mediante convección forzada. Puede ser que la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente comprenda una cámara de presión que tiene una superficie impermeable al aire en un primer lado alejado del paciente y una superficie permeable al aire en un segundo lado opuesto al primer lado y frente al paciente. Puede ser que la superficie impermeable al aire tenga un puerto que se extiende a su través y esté configurada para recibir aire presurizado, calentado desde el aparato de calentamiento de aire forzado. Puede ser que la superficie permeable al aire permita el paso de aire a su través sobre paciente (por ejemplo, por medio de aberturas o perforaciones).

Típicamente el flujo de fluido calentado comprende una parte de flujo de fluido relativamente caliente y una parte de flujo de fluido relativamente fría, teniendo la parte de flujo de fluido relativamente caliente una temperatura (típicamente media) mayor que una temperatura (típicamente media) de la parte de flujo de fluido relativamente fría. Típicamente al menos uno de dichos sensores de temperatura está configurado para medir una temperatura de la parte de flujo de fluido relativamente caliente y al menos uno diferente de los sensores de temperatura está configurado para medir una temperatura de la parte de flujo de fluido relativamente fría.

Típicamente el aparato de calentamiento de fluido comprende además un controlador configurado para recibir mediciones de temperatura procedentes de dichos sensores de temperatura. Típicamente el controlador está configurado para proporcionar una salida teniendo en cuenta (típicamente sensible a) las mediciones de temperatura procedentes de dichos sensores de temperatura. Típicamente dicho flujo de fluido calentado es un primer flujo de fluido calentado y la salida se refiere a un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado (típicamente con respecto a la dirección de flujo principal del flujo de fluido calentado). Por ejemplo, puede ser que la salida comprenda una temperatura predicha del segundo flujo de fluido calentado. Adicional o alternativamente puede ser que la salida comprenda una señal para regular una temperatura del segundo flujo de fluido calentado.

Por consiguiente, puede ser que el flujo de fluido calentado sea un primer flujo de fluido calentado, y el aparato comprenda además un controlador configurado para predecir y/o regular una temperatura de un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado teniendo en cuenta (típicamente sensible a) las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura.

5 Puede ser que el controlador no prediga explícitamente la temperatura de un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado teniendo en cuenta (típicamente sensible a) las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura. En este caso, puede ser que el controlador esté configurado para regular una temperatura de un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado teniendo en cuenta (típicamente sensible a) las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura utilizando datos de calibración predeterminados (por ejemplo, obtenidos desde una tabla de consulta almacenada en una memoria en comunicación con el controlador). Por ejemplo, los datos de calibración predeterminados pueden comprender una pluralidad de partes de datos de calibración predeterminados, cada una de las cuales comprende uno o más parámetros de control asociados con las temperaturas medidas por uno o más (de cada uno) de los sensores de temperatura. Puede ser que el controlador esté configurado para seleccionar una parte de datos de calibración predeterminados a partir de los datos de calibración predeterminados sensibles a las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura y para aplicar el/los parámetro(s) de control procedentes de la parte de datos de calibración predeterminados para regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado.

10
15
20 Típicamente el segundo flujo de fluido calentado se deriva del primer flujo de fluido calentado. Típicamente el segundo flujo de fluido calentado comprende fluido procedente del primer flujo de fluido calentado. Típicamente el segundo flujo de fluido calentado comprende fluido procedente de una primera parte del primer flujo de fluido calentado que se ha mezclado junto con fluido procedente de una segunda parte del primer flujo de fluido calentado que tiene una temperatura diferente de la primera parte del primer flujo de fluido calentado. Típicamente el segundo flujo de fluido calentado tiene una distribución de temperatura más homogénea (típicamente en la dirección de distribución) que el primer flujo de fluido calentado.

25 Típicamente el controlador está configurado para proporcionar dicha salida teniendo en cuenta un perfil de velocidad del fluido (es decir, una variación en la velocidad del fluido) del (primer) flujo de fluido calentado (típicamente en la dirección de distribución). Típicamente el controlador está configurado para predecir y/o regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado teniendo en cuenta un perfil de velocidad del fluido del (primer) flujo de fluido calentado (típicamente en la dirección de distribución).

30 Puede ser que el controlador esté configurado para predecir y/o regular la temperatura de dicho segundo flujo de fluido teniendo en cuenta el perfil de velocidad del fluido del flujo de fluido calentado ponderando dichas temperaturas medidas por los sensores de temperatura de acuerdo con ponderaciones (por ejemplo, calibración) predeterminadas respectivas (por ejemplo, ponderaciones asociadas con los sensores de temperaturas respectivos). Puede ser que el controlador está configurado además para sumar las mediciones de temperatura ponderadas y dividir la suma por el número de sensores de temperatura.

Típicamente las ponderaciones aplicadas a las temperaturas medidas por cada uno de los dos o más sensores de temperatura sean diferentes entre sí. Puede ser que las ponderaciones predeterminadas sean ajustables.

35 Típicamente el aparato de calentamiento de fluido comprende además al menos un sensor de temperatura adicional configurado para medir una temperatura de una entrada (por ejemplo, aire) de fluido (por ejemplo, aire ambiente) y en el que el controlador está configurado para predecir y/o regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado teniendo en cuenta (por ejemplo, sensible a) la temperatura medida de la entrada de fluido.

Se entenderá que la temperatura de la entrada de fluido es típicamente representativa de una temperatura ambiental externa al aparato de calentamiento de fluido.

40 Puede ser que el controlador esté configurado para regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado ajustando una o más propiedades del calentador y/o del ventilador teniendo en cuenta (por ejemplo, sensible a) las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura. Por ejemplo, puede ser que el controlador esté configurado para ajustar una salida de calor mediante el calentador teniendo en cuenta (por ejemplo, sensible a) las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura. Adicional o alternativamente el controlador puede estar configurado para
45 ajustar una velocidad de rotación del ventilador teniendo en cuenta (por ejemplo, sensible a) las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura.

50 Puede ser que el controlador esté configurado para predecir la temperatura del segundo flujo de fluido calentado teniendo en cuenta dichas mediciones de temperatura procedentes de dichos sensores de temperatura. Puede ser que el controlador esté configurado para regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado (por ejemplo, ajustando una o más propiedades del calentador y/o del ventilador) sensible a la temperatura predicha del segundo flujo de fluido calentado.

Típicamente el controlador está configurado para regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado de acuerdo con una temperatura objetivo (típicamente predeterminada).

55 La temperatura objetivo puede estar entre 40 °C y 50 °C, más típicamente entre 42 °C y 48 °C, incluso más típicamente entre 43 °C y 47 °C. Puede ser que la temperatura objetivo sea de 43 °C. Puede ser que la temperatura objetivo sea de 45 °C.

- 5 Se entenderá que el controlador puede reaccionar (por ejemplo, ajustando la salida de calor mediante el calentador) más rápidamente (y precisamente) a los cambios en la temperatura del (primer) flujo de fluido calentado causados por cambios en las circunstancias (por ejemplo, el controlador puede impedir mejor que el calentador sobrecaliente el (primer) flujo de fluido calentado, por ejemplo, en el caso de un bloqueo repentino del flujo de fluido de salida procedente del aparato de calentamiento de fluido) debido a la detección más rápida (y fiable) del cambio de temperatura.
- 10 Puede ser que el aparato de calentamiento de fluido comprenda además una manguera en comunicación fluida con el primer flujo de fluido calentado, en donde el segundo flujo de fluido calentado es transportado por la manguera o previsto aguas abajo de la manguera. Típicamente la manguera está configurada para conectar de forma hidráulica el (primer) flujo de fluido calentado con una herramienta de regulación de temperatura. Puede ser que el segundo flujo de fluido calentado sea un flujo de fluido calentado en una salida de la manguera. Puede ser que el segundo flujo de fluido calentado sea un flujo de fluido calentado derivado de una salida de flujo de fluido calentado por la manguera.
- 15 Típicamente el controlador comprende un sistema de procesamiento informático que comprende un procesador informático. Puede ser que el controlador comprenda dos o más procesadores informáticos, comprendiendo por ejemplo un primer procesador informático para controlar la salida de calor del calentador y un segundo procesador informático para controlar la velocidad del ventilador. Típicamente en este caso cada uno de dichos procesadores está configurado para recibir mediciones de temperatura procedentes de los sensores de temperatura y para proporcionar una salida sensible a las mismas. Puede ser que dichos procesadores informáticos estén en comunicación entre sí. El controlador puede ser implementado en un software o un hardware o en una combinación de ambos software y hardware.
- 20 Alternativamente, el controlador puede ser implementado en electrónica analógica. Puede ser que el controlador comprenda un primer circuito analógico para controlar la salida de calor del calentador (típicamente sensible a dichas mediciones de temperatura) y un segundo circuito analógico para controlar la velocidad del ventilador (típicamente sensible a dichas mediciones de temperatura).
- 25 El aparato de calentamiento de fluido puede comprender además un sensor de temperatura seguro (típicamente diferente de dichos sensores de temperatura, aunque los sensores puede ser del mismo tipo) configurado para medir una temperatura del flujo de fluido calentado para proporcionar una medición de temperatura segura. El aparato de calentamiento de fluido puede comprender además un controlador seguro (típicamente diferente de dicho controlador, aunque los controladores pueden ser del mismo tipo) configurado para recibir mediciones de temperatura procedentes del sensor de temperatura seguro y para reducir la salida de, o apagar, el calentador y/o el ventilador sensibles a la medición de temperatura segura que sobrepasa un umbral.
- 30 Típicamente los sensores de temperatura están configurados para medir las temperaturas de las partes respectivas del (primer) flujo de fluido calentado midiendo un parámetro (típicamente eléctrico) (por ejemplo, una resistencia eléctrica) indicativo de la temperatura.
- 35 Típicamente el controlador está en comunicación (típicamente eléctrica, en algunas realizaciones cableada y en otras realizaciones inalámbrica) con los sensores de temperatura de tal manera que el controlador recibe las mediciones de temperatura procedentes de dichos sensores de temperatura.
- Típicamente cada uno de los sensores de temperatura está configurado para medir la temperatura de las partes respectivas del (primer) flujo de fluido calentado independientemente de los otros sensores de temperatura.
- 40 El calentador comprende una pluralidad de elementos de calentamiento (típicamente eléctricamente resistentes o Joule) desplazados (y típicamente espaciados) entre sí en dicha dirección de distribución.
- Típicamente los elementos de calentamientos comprenden conductores eléctricos que tienen ejes longitudinales que se extienden en una dirección perpendicular a la dirección de distribución (y típicamente perpendicular a la dirección principal de flujo).
- 45 Típicamente los sensores de temperatura están distribuidos en dicha dirección de distribución de manera diferente a la distribución de los elementos de calentamiento en dicha dirección de distribución.
- 50 Típicamente uno o más o cada uno de los elementos de calentamiento tienen (tiene) una extensión diferente en dicha dirección de distribución que uno o más o cada uno de los sensores de temperatura. Por ejemplo, uno o más o cada uno de los sensores de temperatura tienen (tiene) una mayor extensión en dicha dirección de distribución que uno o más o cada uno de los elementos de calentamiento. Típicamente uno o más o cada uno de los sensores de temperatura tiene un área mayor (que es sensible a la temperatura) que un área en sección transversal perpendicular a su eje longitudinal de uno o más de cada uno de los elementos de calentamiento. Puede ser que cada uno de los uno o más (o de hecho todos) de los sensores de temperatura cubran partes respectivas del (primer) flujo de fluido calentado que tienen diferentes temperaturas. De este modo, los propios sensores de temperatura individuales realizan un promedio físico local de la temperatura del (primer) flujo de fluido calentado.
- 55 Típicamente el espacio medio entre los sensores de temperatura adyacentes en dicha dirección de distribución es diferente del espacio medio de los elementos de calentamiento adyacentes en dicha dirección de distribución. Por

ejemplo, puede ser que el espacio medio entre los sensores de temperatura adyacentes en dicha dirección de distribución sea mayor que el espacio medio entre los elementos de calentamiento adyacentes en dicha dirección de distribución.

5 Típicamente los sensores de temperatura adyacentes de dicha pluralidad de sensores de temperatura están desplazados entre sí en dicha dirección de distribución por una primera distancia y los elementos de calentamiento adyacentes están desplazados entre sí en dicha dirección de distribución por una segunda distancia diferente de la primera distancia.

10 Típicamente ningún otro de dichos sensores de temperatura está posicionado entre los sensores en la dirección de distribución. Típicamente ningún otro de dichos elementos de calentamiento está posicionado entre los elementos de calentamiento adyacentes en dicha dirección de distribución.

Típicamente dichos elementos de calentamiento están distribuidos periódicamente en dicha dirección de distribución, dichos sensores de temperatura están distribuidos periódicamente en dicha dirección de distribución y el período de dicha distribución de elemento de calentamiento es diferente del período de dicha distribución del sensor de temperatura.

15 Típicamente el ventilador, los elementos de calentamiento y los sensores de temperatura están previstos dentro de un alojamiento (por ejemplo, un alojamiento más caliente de fluido forzado (por ejemplo, aire)). Típicamente dichos sensores de temperatura están desplazados entre sí en dicha dirección de distribución entre la primera y segunda paredes del alojamiento, estando espaciadas la primera y segunda paredes entre sí a lo largo de dicha dirección de distribución. Típicamente dichos elementos de calentamiento están desplazados entre sí en dicha dirección de distribución entre dicha primera y segunda paredes del alojamiento. Típicamente el espacio en la dirección de distribución entre una parte de dicho primer sensor de temperatura más cercana a la primera pared y una parte de dicho segundo sensor de temperatura más cercana a la primera pared es diferente del espacio en la dirección de distribución entre una parte de dicho primer elemento de calentamiento más cercana a la primera pared y una parte de dicho segundo elemento de calentamiento más cercana a la primera pared, siendo el primer y segundo sensores de temperatura adyacentes entre sí y siendo el primer y segundo elementos de calentamiento adyacentes entre sí.

25 Típicamente el ventilador comprende una pluralidad de aspas configuradas para girar alrededor de un eje para generar un flujo de fluido. Típicamente el ventilador está configurado para recibir una entrada de fluido (por ejemplo, aire ambiente) y para generar un flujo de fluido que tiene una velocidad mayor (típicamente a una presión de fluido mayor, típicamente a una temperatura mayor) que la entrada de fluido.

30 Típicamente el calentador está previsto aguas abajo del ventilador (típicamente con respecto a la dirección de flujo principal del flujo de fluido calentado). Típicamente el calentador está previsto en una trayectoria de flujo de fluido a lo largo de la cual fluye el flujo de fluido generador por el ventilador, estando configurado el calentador para calentar dicho flujo de fluido para generar dicho (primer) flujo de fluido calentado. Alternativamente, puede ser que el calentador esté previsto aguas arriba del ventilador (típicamente con respecto a la dirección de flujo principal del flujo de fluido calentado).

Los sensores de temperatura están previstos aguas abajo del ventilador y del calentador.

35 Típicamente los sensores de temperatura están previstos en una trayectoria de flujo de fluido a lo largo de la cual fluye el (primer) flujo de fluido calentado.

Típicamente los elementos de calentamiento del calentador están alineados entre sí.

Típicamente los sensores de temperatura están alineados entre sí.

40 Típicamente los elementos de calentamiento están alineados entre sí en dicha dirección de distribución (al menos cuando son vistos desde una dirección perpendicular a dicha dirección de distribución y perpendicular a la dirección de flujo principal). Puede ser que los elementos de calentamiento no estén alineados entre sí cuando son vistos a lo largo de una dirección paralela a la dirección de flujo principal y/o a lo largo de una dirección paralela a la dirección de distribución.

45 Típicamente los sensores de temperatura están alineados entre sí en dicha dirección de distribución (al menos cuando son vistos desde una dirección perpendicular a dicha dirección de distribución y perpendicular a la dirección de flujo principal). Puede ser que los sensores de temperatura no estén alineados entre sí cuando son vistos a lo largo de una dirección paralela a la dirección de flujo principal y/o a lo largo de una dirección paralela a la dirección de distribución.

50 Típicamente los sensores de temperatura (que excluyen típicamente el sensor de temperatura adicional configurado para medir la temperatura de la entrada de fluido, cuando está previsto) están acoplados mecánicamente entre sí, típicamente mediante un acoplamiento mecánico que se extiende entre ellos (tal como un bastidor o una placa). Esto ayuda a fijar las posiciones de los sensores de temperatura entre sí y en relación con el calentador. Esto ayuda a mantener la precisión de cualesquiera ponderaciones de calibración aplicadas a las mediciones de temperatura proporcionadas por los sensores de temperatura mediante el controlador.

Típicamente el ventilador, el calentador y los sensores de temperatura están previstos como parte de un calentador de fluido forzado (por ejemplo, un calentador de aire forzado). Puede ser que el controlador esté previsto como parte del calentador de fluido forzado. Típicamente dicho primer flujo de fluido es externo al calentador de fluido forzado. Puede ser que dicho segundo flujo de fluido sea externo al calentador de fluido forzado.

- 5 Preferiblemente los sensores de temperatura están previstos a menos de 30 cm, más preferiblemente a menos de 20 cm, incluso más preferiblemente a menos de 10 cm (y en algunos casos a 5 cm o menos de 5 cm) del calentador. Típicamente los sensores de temperatura están previstos alrededor de 3 cm a 7 cm del calentador, preferiblemente de 4 cm a 6 cm del calentador.

- 10 La invención proporcionar un sistema de regulación de la temperatura de un paciente (típicamente humano) que comprende el aparato de calentamiento de fluido anterior y una herramienta de regulación de la temperatura de un paciente configurada para recibir un flujo de fluido de entrada procedente del aparato de calentamiento de fluido, derivándose dicho flujo de fluido de entrada de dicho (primer) flujo de fluido calentado, y para ajustar o mantener la temperatura de un paciente utilizando dicho flujo de fluido de entrada recibido.

- 15 Típicamente el sistema de regulación de la temperatura de un paciente comprende además una manguera (típicamente flexible) configurada para transportar fluido desde el (primer) flujo de fluido calentado a la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente. Típicamente dicho flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de temperatura comprende una salida de flujo de fluido de la manguera.

- 20 Puede ser que la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente comprenda una manta, una prenda de vestir o un elemento para situar bajo el cuerpo (por ejemplo, un colchón) configurado para regular la temperatura del paciente mediante convección forzada. Puede ser que la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente comprenda una cámara de presión que tiene una superficie impermeable al aire en un primer lado alejado del paciente y una superficie permeable al aire en un segundo lado opuesto al primer lado y frente al paciente. Puede ser que la superficie impermeable al aire tenga un puerto que se extiende a su través y configurado para recibir aire presurizado, calentado procedente del aparato de calentamiento de aire forzado. Puede ser que la superficie permeable al aire permita el paso de aire a su través sobre el paciente (por ejemplo, por medio de aberturas o perforaciones).

- 25 Puede ser que el segundo flujo de fluido calentado comprenda el flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de temperatura, o un flujo de fluido derivado de la misma. Puede ser que el controlador esté configurado para predecir una temperatura de dicho flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente, o de un flujo de fluido derivado de la misma, teniendo en cuenta las mediciones de temperatura medidas por los sensores de temperatura. Puede ser que el controlador esté configurado para regular una temperatura de dicho flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente teniendo en cuenta (por ejemplo, sensible a) las mediciones de temperatura medidas por los sensores de temperatura.

- 30 Típicamente el aparato de calentamiento de fluido forzado y la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente (por ejemplo, una manta de calentamiento de aire forzado) están configurados juntos para regular la temperatura de un paciente (típicamente humano), típicamente en un entorno quirúrgico o médico (por ejemplo, durante una operación quirúrgica o procedimiento médico).

- 35 Puede ser que el controlador esté configurado para predecir una temperatura de un flujo de fluido derivado de dicho flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente teniendo en cuenta las mediciones de temperatura procedentes de los sensores de temperatura. En este caso, el flujo de fluido derivado de dicho flujo de fluido de entrada puede comprender (por ejemplo) un flujo de fluido dentro de la propia herramienta de regulación de la temperatura de un paciente, un flujo de fluido por debajo de la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente o un flujo de fluido procedente de la herramienta de regulación de temperatura sobre un sujeto (por ejemplo, sobre un paciente (típicamente humano)).

- 40 Típicamente el controlador está configurado para regular la temperatura de un paciente regulando la temperatura del flujo de fluido de entrada recibido mediante la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente teniendo en cuenta (por ejemplo, sensible a) las mediciones de temperatura de dichos sensores de temperatura.

- 45 La invención proporciona un método para calentar fluido (típicamente gas, típicamente aire) que comprende: generar un flujo de fluido calentado (típicamente un flujo de aire calentado) que tiene una dirección de flujo de fluido principal y una distribución de temperatura no homogénea en una dirección de distribución perpendicular a la dirección de flujo de fluido principal; y medir las temperaturas de una pluralidad de partes del flujo de fluido calentado desplazadas entre sí en la dirección de distribución, teniendo al menos dos (preferiblemente al menos tres, preferiblemente todas) de la pluralidad de partes del flujo de fluido calentado diferentes temperaturas.

- 50 Puede ser que el método comprenda además proporcionar una salida teniendo en cuenta (típicamente sensible a) las mediciones de temperatura de dichas partes del flujo de fluido calentado. Típicamente dicho flujo de fluido calentado es un primer flujo de fluido calentado y la salida se refiere a un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado (típicamente con respecto a la dirección de flujo principal del flujo de fluido calentado). Por ejemplo, puede ser que la salida comprenda una temperatura predicha del segundo flujo de fluido calentado. Adicional o

alternativamente puede ser que la salida comprenda una señal para regular una temperatura del segundo flujo de fluido calentado.

5 Por consiguiente, puede ser que el flujo de fluido calentado sea un primer flujo de fluido calentado, y el método comprenda además predecir y/o regular una temperatura de un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado (típicamente derivado del mismo, que tiene típicamente una distribución de temperatura más homogénea que el primer flujo de fluido calentado) teniendo en cuenta las temperaturas medidas de al menos dichas dos partes del flujo de fluido calentado.

10 Puede ser que el método comprenda regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado ajustando una temperatura del flujo de fluido calentado teniendo en cuenta (por ejemplo, sensible a) las temperaturas medidas por dichos sensores de temperatura (por ejemplo, de acuerdo con una temperatura objetivo).

15 Puede ser que el método comprenda regular una temperatura de un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado teniendo en cuenta (típicamente sensible a) las temperaturas medidas en al menos dos partes del flujo de fluido calentado utilizando datos de calibración predeterminados. Por ejemplo, los datos de calibración predeterminados pueden comprender una pluralidad de partes de datos de calibración predeterminados, cada una de las cuales comprende uno o más parámetros de control asociados con las temperaturas medidas en una o más (o todas) de al menos dichas dos partes del flujo de fluido calentado. Puede ser que el método comprenda seleccionar una parte de datos de calibración predeterminados de los datos de calibración predeterminados sensible a las temperaturas medidas en dichas parte del flujo de fluido calentado y utilizar el/los parámetro(s) de control procedentes de la parte de datos de calibración predeterminado para regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado.

20 Típicamente el método comprende además medir la temperatura de cada una de dichas partes del (primer) flujo de fluido calentado independientemente de las otras partes.

La operación para generar un flujo de fluido calentado comprende generar un flujo de fluido calentado utilizando un calentador, comprendiendo el calentador una pluralidad de elementos de calentamiento (típicamente eléctricamente resistentes o Joule) desplazados (y típicamente espaciados) entre sí en dicha dirección de distribución.

25 Típicamente los elementos de calentamiento están distribuidos periódicamente en dicha dirección de distribución.

Típicamente dicha pluralidad de partes del (primer) flujo de fluido calentado están distribuidas periódicamente en dicha dirección de distribución, siendo el período de la distribución de dichas partes diferente del período de la distribución de dichos elementos de calentamiento.

30 Típicamente la operación de medir las temperaturas de una pluralidad de partes del (primer) flujo de fluido calentado comprende medir las temperaturas de dicha pluralidad de partes del (primer) flujo de fluido calentado por medio de una pluralidad de sensores de temperatura desplazados entre sí en la dirección de distribución.

Típicamente dichos sensores de temperatura están distribuidos periódicamente en dicha dirección de distribución, siendo el período de la distribución del sensor de temperaturas diferente del período de la distribución del elemento de calentamiento.

35 Dichas partes están aguas abajo del ventilador.

40 Típicamente el método comprende además proporcionar dicha salida teniendo en cuenta un perfil de velocidad del fluido (es decir, una variación en la velocidad del fluido) del (primer) flujo de fluido calentado (típicamente en la dirección de distribución). Típicamente el método comprende predecir y/o regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado teniendo en cuenta un perfil de velocidad del fluido del (primer) flujo de fluido calentado (típicamente en la dirección de distribución).

Puede ser que el método comprenda predecir y/o regular la temperatura de dicho segundo flujo de fluido teniendo en cuenta el perfil de velocidad del fluido del flujo de fluido calentado ponderando dichas temperaturas medidas de acuerdo con ponderaciones (por ejemplo, calibración) predeterminadas respectivas.

Típicamente las ponderaciones aplicadas a dos o más de las temperaturas medidas son diferentes entre sí.

45 Puede ser que el método comprenda además sumar las mediciones de temperatura ponderadas y dividir la suma por el número de dichas mediciones de temperatura ponderadas sumadas.

Puede ser que el método comprenda ajustar dichas ponderaciones predeterminadas, por ejemplo, para optimizar la precisión y/o la reproducibilidad y/o la estabilidad de un valor de temperatura predicho o de la regulación de la temperatura del segundo flujo de fluido calentado.

50 El método puede comprender además medir la temperatura de una entrada de fluido (por ejemplo, aire ambiente) y predecir y/o regular dicha temperatura del segundo flujo de fluido teniendo en cuenta la temperatura medida de la entrada de fluido.

El método puede comprender además transportar fluido desde el (primer) flujo de fluido calentado a una herramienta de regulación de la temperatura de un paciente, por ejemplo, mediante una manguera.

5 Típicamente dicho flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente comprende una salida de flujo de fluido de una manguera configurada para transportar fluido desde el (primer) flujo de fluido calentado a la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente. Puede ser que el segundo flujo de fluido comprenda el flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente, o un flujo de aire derivado de la misma.

10 Aunque se han descrito por separado anteriormente diferentes aspectos y realizaciones de la presente invención, cualquiera de los aspectos y características de la presente invención pueden ser utilizados en combinación con cualquier otro aspecto, realización o características cuando sea apropiado. Por ejemplo las características del aparato pueden intercambiarse cuando sea apropiado con las características del método.

Descripción de los dibujos

Una realización ejemplar de la presente invención será ilustrada ahora con referencia a las siguientes Figuras en las que:

15 La fig. 1 es un diagrama de bloques que muestra un calentador de aire forzado acoplado a una manta perforada mediante una manguera flexible;

La fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra un ventilador, un calentador, un módulo de medición de temperatura y un controlador del calentador de aire forzado de la fig. 1;

20 La fig. 3 es una vista en sección de la primera parte del alojamiento del calentador de aire forzado de las figs. 1 y 2 a lo largo de la línea A-A indicada en la fig. 2, mostrando la fig. 3 el calentador y el módulo de medición de temperatura del calentador de aire forzado (el ventilador es omitido de esta vista);

La fig. 4 es un diagrama de bloques de la fig. 2 pero omitiendo el módulo de medición de temperatura y mostrando los diferentes perfiles posibles de velocidad del aire del flujo de aire generado por el calentador y el ventilador del calentador de aire forzado; y

La fig. 5 es un diagrama de flujo de un algoritmo ejemplar ejecutado por el controlador del calentador de aire forzado.

25 Descripción detallada de una realización ejemplar

30 La fig. 1 es un diagrama de bloques que muestra un calentador 1 de aire forzado acoplado de forma hidráulica a una manta perforada 2 mediante una manguera flexible 3, siendo colocada la manta perforada 2 sobre un paciente (típicamente humano) (no mostrado) durante un procedimiento médico u operación (típicamente cuando el paciente está bajo anestesia general). El aire calentado por el calentador 1 de aire forzado es entregado a la manta 2 a través de la manguera 3. La manta 2 contiene una pluralidad de perforaciones (no mostradas) a través de las cuales el aire calentado recibido desde el calentador 1 de aire forzado es entregado al paciente para calentar al paciente mediante convección forzada, impidiendo de este modo la aparición de hipotermia no intencional en el paciente.

35 Como se ha mostrado en ambas figs. 1 y 2, el calentador 1 de aire forzado comprende un alojamiento 8 que tiene una primera parte 10 cilíndrica, hueca (aunque se entenderá que la primera parte 10 de alojamiento no es necesariamente cilíndrica) y una segunda parte 12 acoplada a (o formada integralmente con) la primera parte 10, comprendiendo la primera parte 10 un puerto 14 de entrada de aire a través del cual el aire ambiente puede ser recibido en la primera parte 10 y un puerto de salida 16 a través del cual el aire ambiente que ha sido calentado por el calentador 1 de aire forzado puede ser enviado a la manguera 3. La manguera flexible 3 está acoplada al puerto de salida 16 del calentador 1 de aire forzado mediante un primer acoplador 5 y a un puerto de entrada 20 de la manta perforada 2 mediante un segundo acoplador 6.

40 Como se ha mostrado en la fig. 2, la primera parte 10 del alojamiento 8 también aloja un ventilador 22 y un calentador 24 posicionado aguas abajo del ventilador 22, estando configurados juntos el ventilador 22 y el calentador 24 para generar un flujo de aire calentado calentando el aire ambiente recibido en la primera parte 10 de alojamiento a través del puerto 14 de entrada de aire. El ventilador 22 comprende una pluralidad de aspas 26 que giran alrededor de un eje 27 para generar un flujo de aire hacia el calentador 24, teniendo el flujo de aire una dirección principal de flujo paralela a un eje longitudinal de la primera parte 10 de alojamiento y estando indicado en la fig. 2 por una flecha 28.

45 El calentador 24 comprende doce elementos 30 de calentamiento eléctricamente resistentes (o Joule) (aunque se entenderá que puede proporcionarse cualquier número adecuado de elementos de calentamiento) desplazados y espaciados entre sí a lo largo de una dirección de distribución (cuya dirección de distribución está indicada por la flecha 32 en la fig. 2) de tal manera que hay espacios 33 entre ellos, siendo la dirección de distribución 32 perpendicular a la dirección principal de flujo 28. Cada uno de los elementos 30 de calentamiento consiste en un cable eléctricamente conductor que se extiende a través de una primera parte 10 del alojamiento 8 en una dirección perpendicular a la dirección principal de flujo 28, y perpendicular a la dirección de distribución 32, entre las paredes interiores opuestas 37,

38 de dicha primera parte 10 del alojamiento 8 (véase la fig. 3). Los elementos 30 de calentamiento están distribuidos periódicamente a lo largo de la dirección de distribución 32 teniendo un período "a" como se ha mostrado en la fig. 2 (siendo el período "a" una medición de la periodicidad de un patrón repetitivo de los elementos 30 de calentamiento a lo largo de la dirección de distribución 32, estando mostrado en la fig. 2 como extendiéndose desde una superficie inferior de uno de los elementos de calentamiento 30 y la superficie inferior del elemento 30 de calentamiento adyacente (cercano)). El flujo de aire generado por el ventilador 22 fluye sobre los elementos 30 de calentamiento y a través de los espacios 33 entre los elementos de calentamiento hacia el puerto de salida 16.

La primera parte 10 del alojamiento 8 también aloja un módulo 40 de medición de temperatura posicionado aguas abajo del ventilador 22 y el calentador 24 en una trayectoria de flujo de fluido a lo largo de la cual el flujo de aire calentado generado por el ventilador 22 y el calentador 24 fluye antes de entrar en la manguera 3. El módulo 40 de medición de temperatura comprende siete (aunque se entenderá que se puede proporcionar cualquier número adecuado) sensores 42 de temperatura (típicamente termistores configurados para medir la temperatura detectando un cambio dependiente de la temperatura en la resistencia eléctrica de un material, pero se podría utilizar cualquier sensor de temperatura adecuado) acoplados mecánicamente entre sí mediante una placa 44 que se extiende entre las paredes superior e inferior 45, 46 de la primera parte 10 del alojamiento 8, estando los sensores 42 de temperatura desplazados y espaciados entre sí a lo largo de la placa en dicha dirección de distribución 32. Los sensores 42 de temperatura están alineados entre sí en la dirección de distribución 32, pero no necesitan estarlo. Por ejemplo, pueden estar desplazados entre sí en una dirección perpendicular a la dirección de distribución 32 y perpendicular a la dirección de flujo principal 28 (es decir, dentro o fuera de la vista de la fig. 2). En este caso, los sensores 42 de temperatura están aún típicamente alineados entre sí a lo largo de la dirección de distribución 32 cuando son vistos a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección de distribución 32 y perpendicular a la dirección de flujo principal 28 (es decir, cuando son vistos como se ha mostrado en la fig. 2), aunque de nuevo no necesitan estarlo. Como se ha mostrado en la fig. 2, los sensores 42 de temperatura tienen una extensión mayor en la dirección de distribución 32 que los elementos 30 de calentamiento. Proveyendo los sensores 42 de temperatura de una extensión mayor en la dirección de distribución que los elementos 30 de calentamiento, los propios sensores de temperatura individuales cubren tanto las partes relativamente más calientes como las relativamente más frías del flujo de aire calentado, proporcionado de este modo un promedio físico local de la temperatura del flujo de aire calentado a lo largo de la dirección de distribución (aunque se entenderá que es no es necesario). Además, los sensores 42 de temperatura están distribuidos periódicamente a lo largo de la placa 44, teniendo la distribución de los sensores 42 de temperatura en la dirección de distribución 32 un período diferente "b" que el ("a") de los elementos 30 de calentamiento en esa dirección (siendo el período "b" una medición de la periodicidad de un patrón de repetición de los sensores 42 de temperatura a lo largo de la dirección de distribución 32, mostrada en la fig. 2 como extendiéndose desde una superficie inferior de uno de los sensores 42 de temperatura a la superficie inferior del sensor 42 de temperatura adyacente (cercano)). Cada uno de los sensores 42 de temperatura está configurado para medir una temperatura respectiva del flujo de aire individualmente (es decir, independientemente de los otros sensores 42 de temperatura).

La segunda parte 12 de alojamiento aloja un controlador 50 que está en comunicación eléctrica (típicamente cableado) con los elementos 30 de calentamiento y los sensores 42 de temperatura. La segunda parte 12 de alojamiento es segregada de forma hidráulica de la primera parte 10 de alojamiento por una pared 52 que impide que el aire calentado procedente del flujo de aire calentado generado por el ventilador 22 y el calentador 24 entre en contacto con el controlador 50, aunque los cables se extienden típicamente a través de las aberturas selladas en la pared 52 entre el controlador 50 y los elementos 30 de calentamiento y los sensores 42 de temperatura para llevarlos a comunicación con el controlador 50. Sin embargo, se entenderá que el ventilador 22, el calentador 24, el módulo 40 de medición de temperatura y el controlador 50 pueden estar previstos alternativamente en la misma parte de alojamiento.

El controlador 50 comprende típicamente un procesador informático digital que implementa un programa de software informático (por ejemplo, un micro-controlador), pero se entenderá que el controlador 50 podría ser implementado en electrónicas analógicas (por ejemplo) o que el controlador 50 podría comprender alternativamente más de un procesador informático (por ejemplo, un primer procesador informático para controlar la salida de calor por el calentador 24 y un segundo procesador informático para controlar una velocidad del ventilador 22). El controlador 50 está típicamente en comunicación con una interfaz de usuario (no mostrada) prevista en la superficie superior de la segunda parte 12 de alojamiento, que un usuario puede utilizar para establecer un régimen de regulación de la temperatura deseada de un paciente que ha de ser implementado por el controlador 50 por medio de señales de control transmitidas a los elementos 30 de calentamiento para regular la temperatura del flujo de aire calentado generado por el calentador 24 y el ventilador 22, estando determinadas las señales de control por el controlador 50 sensible a las mediciones de temperatura recibidas por el controlador 50 desde los sensores 42 de temperatura del módulo 40 de medición de temperatura y sensible al régimen de regulación de temperatura controlador por el usuario (que puede especificar una o más temperaturas objetivo del flujo de aire o del paciente a lo largo del tiempo).

El aire que entra en contacto con los elementos 30 de calentamiento es calentado; el aire que fluye a través de los espacios 33 entre los elementos 30 de calentamiento sin entrar en contacto con los elementos 30 de calentamiento permanece relativamente sin calentar, aunque tendrá lugar algo de calentamiento mediante radiación térmica. Por consiguiente, cerca del calentador 24, el flujo de aire calentado generado por el ventilador 22 y el calentador 24 es laminar, conteniendo capas alternativas de partes de flujo de fluido relativamente calientes y relativamente frías a lo largo de la dirección de distribución 32, proveyendo de este modo el flujo de aire calentado de una distribución de temperatura

no homogénea a lo largo de la dirección de distribución 32. Cuando el aire fluye a lo largo de la primera parte 10 del alojamiento 8 en la dirección de flujo principal 28, a través de la manguera 3 y hacia la manta 2, el flujo de aire calentado se mezcla de modo que tenga una distribución de temperatura sustancialmente homogénea en el momento en el que incide en el paciente.

5 El módulo 40 de medición de temperatura está posicionado cerca (típicamente a menos de 30 cm, más típicamente a menos de 20 cm, incluso más típicamente a menos de 10 cm) del calentador 24 con el fin de ser capaz de detectar rápidamente cambios en la temperatura del flujo de aire calentado generado por el calentador 24 y el ventilador 22. Sin embargo, como se ha tratado anteriormente, el flujo de aire calentado que incide en el módulo 40 de medición de temperatura tiene una distribución de temperatura no homogénea a lo largo de la dirección de distribución 32. Las mediciones de temperatura realizadas por los sensores 42 de temperatura individuales no son por lo tanto en sí mismas indicativas de la temperatura del flujo de aire que incide en el paciente. Por consiguiente, el controlador 50 está configurado para recibir las mediciones de temperatura desde cada uno de los sensores 42 de temperatura del módulo 40 de medición de temperatura y para proporcionar una salida dependiente de las mediciones de temperatura recibida desde los sensores 42 de temperatura.

10 Típicamente el controlador 50 está configurado para predecir la temperatura del flujo de aire de entrada recibido por la manta 2 desde la manguera 3 (que se deriva del flujo de aire calentado generado por el ventilador y el calentador), o de un flujo de aire derivado del flujo de aire recibido por la manta 2 desde la manguera 3 (por ejemplo, un flujo de aire dentro de la propia manta o un flujo de aire por debajo de la manta, por ejemplo un flujo de aire desde la manta al paciente) procesando las mediciones de temperatura recibidas. Puede ser que el controlador 50 esté configurado para emitir una indicación (por ejemplo, una indicación visual) de la temperatura predicha en la interfaz de usuario. Adicional o 20 alternativamente, el controlador 50 puede estar configurado para regular la temperatura del flujo de aire de entrada recibido por la manta 2 teniendo en cuenta las mediciones de temperatura recibidas. Los sensores 42 de temperatura están posicionados de tal manera que, debido a la distribución de temperatura no homogénea, las temperaturas medidas por al menos dos (más típicamente al menos tres, incluso más típicamente todos) de los sensores 42 de temperatura serán diferentes.

Se entenderá que, debido a que la periodicidad "b" del espacio de los sensores 42 de temperatura es diferente de la periodicidad "a" del espacio de los elementos 30 de calentamiento a lo largo de la dirección de distribución 32, se asegura que al menos algunos (típicamente todos) de los sensores 42 de temperatura midan las temperaturas de las partes respectivas del flujo de aire calentado que tienen diferentes temperaturas entre sí. Esto ayuda a asegurar que las mediciones de temperatura tienen en cuenta partes del flujo de aire calentado que han estado en contacto con los elementos 30 de calentamiento y partes del flujo de aire calentado que no han estado en contacto con los elementos 30 de calentamiento, proporcionando de este modo datos de medición de temperatura más indicativos de la temperatura del flujo de aire calentado en conjunto.

30 Generalmente, cuanto más sensores 42 de temperatura siempre que las partes medidas del flujo de aire calentado tengan diferentes temperaturas, más completos son los datos de medición de temperatura, más preciso es el valor de temperatura predicho determinado por el controlador 50 y mejor regulada es la temperatura del flujo de aire recibido por la manta 2. Puede preverse un mínimo de dos sensores 42 de temperatura, por ejemplo uno para medir la temperatura de una parte del flujo de aire que ha sido calentado por un elemento 30 de calentamiento y otro para medir la temperatura de una parte del flujo de aire que ha estado relativamente sin calentar (al menos directamente) por un elemento 30 de calentamiento.

Midiendo la temperatura del flujo de aire calentado generado por el calentador 24 y el ventilador 22 en una pluralidad de posiciones a lo largo de la dirección de distribución donde el flujo de aire tiene diferente temperatura, se puede predecir una temperatura que es de forma fiable indicativa de la temperatura del flujo de aire que incide en el paciente sin tener que esperar a que el flujo de aire se mezcle físicamente y a que la temperatura en la manta 2 pueda ser regulada mejor. De hecho, el procesamiento relevante es realizado por el controlador 50 mucho más rápido de lo que necesita para mezclar físicamente el flujo de aire con el fin de conseguir una distribución de temperatura homogénea. Además, debido a que el módulo 40 de medición de temperatura puede estar previsto cerca del calentador 24, puede detectar rápidamente los cambios en la temperatura del flujo de aire calentado generado por el calentador 24 y el ventilador 22. Así, la disposición mostrada en las figs. 1 a 3 permite detectar de forma rápida y preciosa los cambios en la temperatura del flujo de aire calentado generador por el ventilador 22 y el calentador 24, permitiendo de este modo que el controlador 50 ajuste rápidamente la temperatura del flujo de aire recibido por la manta 2 si se requiere (por ejemplo, cambiando la potencia suministrada a los elementos 30 de calentamiento), permitiendo de este modo suministrar un flujo de air calentado de temperatura controlada de forma precisa y estable al paciente.

55 Se entenderá que la temperatura del flujo de aire recibido por la manta 2 no necesita ser calculada por el controlador 50 (aunque puede serlo), pero las mediciones de temperatura procedentes de los sensores 42 de temperatura pueden aun ser utilizadas por el controlador para regular la temperatura del flujo de aire recibido por la manta 2 (por ejemplo, mediante la utilización de una tabla de consulta que asocia las mediciones de temperatura con los ajustes de control del calentador y/o el ventilador que han de ser implementados por el controlador 50).

5 Cuando el flujo de aire calentado fluye a través de la manguera 3, la temperatura ambiente del entorno externo a la manguera 3 afecta típicamente a la velocidad de enfriamiento del flujo de aire calentado antes de ser recibido por la manta 2 y antes de que incida en el paciente. Por consiguiente, un sensor 42' de temperatura adicional (véase la fig. 2) se ha previsto típicamente adyacente al puerto 14 de entrada que está configurado para medir la temperatura del aire ambiente que es introducido al calentador 1 de aire a través del puerto 14 de entrada. El sensor 42' de temperatura también está previsto en (típicamente cableado, pero en algunas realizaciones inalámbrico) comunicación con el controlador 50 de tal manera que el controlador 50 recibe las mediciones de la temperatura ambiente procedentes del sensor 42' de temperatura. Puede ser que el controlador 50 esté configurado para predecir y/o regular la temperatura del flujo de aire de entrada recibido por la manta 2 desde la manguera 3, o un flujo de aire derivado de la misma (por ejemplo, una temperatura del flujo de aire calentado que incide en el paciente desde la manta 2), teniendo en cuenta la temperatura ambiente medida por el sensor 42' de temperatura. Se entenderá que el controlador 50 también puede tener en cuenta otros parámetros, tales como la longitud de la manguera 3 que puede ser introducida por un usuario, o que puede ser un valor fijo estándar. Puede ser que el controlador 50 esté configurado para regular la temperatura del flujo de aire calentado generado por el ventilador 22 y el calentador 24 sensible a la temperatura predicha del flujo de aire de entrada recibido por la manta 2 (o del flujo de aire derivado de la misma).

20 El perfil de velocidad del aire alrededor del calentador 24 depende de la forma del calentador 24, la manguera 3 y el alojamiento 8. Se han ilustrado tres perfiles 60-64 de velocidad del aire alternativos ejemplares en la fig. 4 (en que la el módulo 40 de medición de temperatura, el controlador 50 y el sensor 42' de medición de temperatura son omitidos), indicando las flechas etiquetadas 66 las partes relativamente calientes de los perfiles de velocidad del aire e indicando las flechas etiquetadas 68 partes relativamente frías de los perfiles de velocidad del aire. En el primer perfil 60 de velocidad del aire ejemplar, el flujo de aire es más fuerte en una parte del flujo de aire que fluye a lo largo de la mitad de la primera parte 10 del alojamiento 8 (con respecto a la dirección de distribución 32), reduciendo progresivamente la resistencia mecánica hacia la parte superior y la parte inferior de la primera parte 10. En el segundo perfil 62 de velocidad del aire ejemplar, el flujo de aire es más fuerte en una parte intermedia entre la parte inferior de la primera parte 10 del alojamiento 8 y la mitad de la primera parte 10, reduciendo significativamente la resistencia mecánica hacia la parte superior y la parte inferior de la primera parte 10. En el tercer perfil 64 de velocidad del aire ejemplar, el flujo de aire es más fuerte en una parte intermedia ente la parte superior de la primera parte 10 del alojamiento 8 y la mitad de la primera parte 10, reduciendo progresivamente la resistencia mecánica hacia la parte superior y la parte inferior de la primera parte 10. Las temperaturas del aire donde la velocidad del flujo de aire es menor son menos relevantes para la temperatura del flujo de aire calentado que incide en el paciente que las temperaturas del flujo de aire donde la velocidad del aire es mayor. Además, es típicamente difícil predecir cómo la velocidad del flujo de aire variará a lo largo de la dirección de distribución 32. Por consiguiente, para gestionar la dificultad en la predicción del perfil de velocidad del aire alrededor del calentador 24, se puede aplicar un factor de ponderación ajustable por el controlador 50 a las mediciones de temperatura medidas por los sensores 42 de temperatura individuales. Típicamente se aplican factores de ponderación mayores a las mediciones de temperatura realizadas por los sensores 42 de temperatura en regiones del flujo que tienen mayores velocidades de flujo de aire, de modo que a las mediciones de temperatura en esos puntos se les de mayor importancia por el controlador 50 que a las mediciones de temperatura realizadas en regiones de menor velocidad de flujo de aire (dado que contribuirán más a la temperatura del flujo de aire recibido por la manta 2). Cuando el perfil de velocidad de flujo de aire es difícil de predecir, los valores de ponderación pueden ser ajustados experimentalmente para optimizar la precisión, la reproducibilidad y la estabilidad de los valores de temperatura predichos (y/o la emisión de señales de regulación de temperatura) por el controlador 50 a partir de las mediciones de temperatura procedentes del módulo 40 de medición de temperatura. Teniendo en cuenta el perfil de velocidad del fluido, el controlador 50 puede predecir y regular mejor la temperatura del flujo de aire recibido por la manta 2.

45 Se entenderá que la velocidad del fluido cambia cuando el fluido fluye aguas abajo hacia la manta debido a que el flujo de aire se mezcla físicamente. Por consiguiente, el perfil de velocidad del fluido a lo largo de la dirección de distribución dependerá de la posición física del módulo 40 de medición de temperatura. Además, debido a que los sensores 42 de temperatura tienen una parte sensible a la temperatura que tiene una extensión finita en la dirección de distribución, algunas de las variaciones en la velocidad del fluido a lo largo de la dirección de distribución serán promediadas físicamente por los propios sensores de temperatura. Esto puede ser tenido en cuenta en las ponderaciones (típicamente diferentes) aplicadas a las mediciones de temperatura obtenidas a partir de los sensores 42 de temperatura individuales por el controlador 50.

55 La fig. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un algoritmo realizado por el controlador 50 para ajustar la salida de los elementos 30 de calentamiento sensible a las mediciones de temperatura realizadas por los sensores 42, 42' de temperatura y a una temperatura objetivo establecida por un usuario (por ejemplo, un médico). En una primera operación 70, el usuario (por ejemplo, un médico) establece una temperatura objetivo utilizando la interfaz de usuario en el alojamiento 8. En una operación 72 siguiente, el controlador 50 recibe las mediciones de temperatura desde los sensores 42, 42' de temperatura. A continuación, en la operación 74, el controlador 50 multiplica las mediciones de temperatura recibidas procedentes de los sensores 42 de temperatura por las ponderaciones de calibración predeterminadas respectivas, suma las mediciones de temperatura ponderadas y divide la suma por el número de sensores de temperatura (en este caso siete) para determinar una temperatura media ponderada del flujo de fluido calentado generado por el ventilador 22 y el calentador 24. En la operación 74, el controlador 50 predice una temperatura del flujo de fluido de entrada recibido por la manta 2 desde la manguera 3 (o de un flujo de aire derivado de la misma)

- 5 teniendo en cuenta dicha temperatura media ponderada y la medición de temperatura recibida desde el sensor 42' de temperatura en el puerto 14 de entrada de aire. En la operación 74, el controlador 50 puede tener en cuenta además otros factores que afectarán a la temperatura del flujo de aire de entrada recibido por la manta 2 (o de un flujo de aire derivado de la misma), tal como la longitud de la manguera 3 en combinación con la temperatura del entorno externo en el que se ha proporcionado la manguera y/o las propiedades térmicas y/o físicas de la manta 2. En una operación 76 siguiente, la potencia suministrada a los elementos 30 de calentamiento es ajustada para llevar la temperatura predicha más cerca de la temperatura objetivo. A continuación, el algoritmo vuelve a la operación 72. Si el médico ajustar la temperatura objetivo, el algoritmo vuelve a la operación 70.
- 10 Se pueden realizar variaciones y modificaciones adicionales dentro del alcance de la invención descrita en este documento. Por ejemplo, no es necesario para los sensores 42 de temperatura o los elementos 30 de calentamiento estar espaciados periódicamente a lo largo de la dirección de distribución 32, siempre y cuando los sensores 42 de temperatura estén configurados para medir las temperaturas de las partes respectivas del flujo de aire calentado que tienen diferentes temperaturas entre sí. Como otro ejemplo, no es necesario que el calentador 24 esté previsto aguas abajo del ventilador 22. Por ejemplo, el calentador 24 puede estar previsto aguas arriba del ventilador 22.
- 15 El aparato de calentamiento de fluido también puede comprender un sensor de temperatura seguro para medir una temperatura del flujo de fluido calentado para proporcionar una medición de temperatura segura. El aparato de calentamiento de fluido puede comprender además un controlador seguro (que puede ser el mismo controlador 50 tratado anteriormente o, más típicamente, un controlador separado del controlador 50) configurado para recibir las mediciones de temperatura procedentes desde el sensor de temperatura seguro y para reducir la salida de, o apagar, el
- 20 calentador y/o el ventilador sensibles a la medición de temperatura segura que sobrepasa un umbral.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato (1) de calentamiento de fluido que comprende: un ventilador (22); un calentador (24), estando configurados el ventilador (22) y el calentador (24) para generar un flujo de fluido calentado que tiene una dirección de flujo principal y una distribución de temperatura no homogénea en una dirección de distribución perpendicular a dicha dirección de flujo principal; y una pluralidad de sensores (42) de temperatura desplazados entre sí en dicha dirección de distribución, caracterizado por que al menos dos de los sensores (42) de temperatura están configurados para medir temperaturas de partes respectivas del flujo de fluido calentado que tiene diferentes temperaturas y en el que el calentador (24) comprende una pluralidad de elementos (30) de calentamiento desplazados entre sí en dicha dirección de distribución.
- 10 2. Un aparato (1) de calentamiento de fluido según la reivindicación 1 en el que el flujo de fluido calentado es un primer flujo de fluido calentado, y en el que el aparato comprende además un controlador (50) configurado para predecir y/o regular una temperatura de un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado teniendo en cuenta las temperaturas medidas por dichos sensores (42) de temperatura.
- 15 3. El aparato (1) de calentamiento de fluido según la reivindicación 2 en el que el controlador (50) está configurado para predecir y/o regular la temperatura de dicho segundo flujo de fluido calentado teniendo en cuenta una variación en la velocidad de fluido del flujo de fluido calentado a lo largo de la dirección de distribución.
- 20 4. El aparato (1) de calentamiento de fluido según la reivindicación 3 en el que el controlador (50) está configurado para predecir y/o regular la temperatura de dicho segundo flujo de fluido calentado teniendo en cuenta una variación en la velocidad de fluido del flujo de fluido calentado a lo largo de la dirección de distribución ponderando dichas temperaturas medidas por los sensores (42) de temperatura de acuerdo con las ponderaciones predeterminadas respectivas.
- 25 5. El aparato (1) de calentamiento de fluido según la reivindicación 4 en el que el controlador (50) está configurado además para sumar las mediciones de temperatura ponderadas y dividir la suma por el número de sensores de temperatura.
- 30 6. El aparato (1) de calentamiento de fluido según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 que comprende además al menos otro sensor (42) de temperatura configurado para medir una temperatura de una entrada de fluido, en el que el controlador (50) está configurado además para predecir y/o regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado teniendo en cuenta la temperatura medida de la entrada de fluido.
- 35 7. El aparato (1) de calentamiento de fluido según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6 en el que el controlador (50) está configurado para regular la temperatura del segundo flujo de fluido calentado ajustando una o más propiedades de calentador (24) y/o una o más propiedades del ventilador (22) teniendo en cuenta las temperaturas medidas por dichos sensores (42, 42') de temperatura.
- 40 8. El aparato (1) de calentamiento de fluido según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7 que comprende además una manguera (3) en comunicación fluida con el primer flujo de fluido calentado, en el que el segundo flujo de fluido calentado es transportado por la manguera (3) o provisto aguas abajo de la manguera (3).
- 45 9. El aparato (1) de calentamiento de fluido según cualquier reivindicación precedente en el que cada uno de los sensores (42) de temperatura está configurado para medir la temperatura de la parte respectiva del flujo de fluido calentado independientemente del/de los otros sensores (42) de temperatura.
- 50 10. El aparato (1) de calentamiento de fluido según cualquier reivindicación precedente en el que los sensores (42) de temperatura están distribuidos en dicha dirección de distribución de manera diferente de la distribución de los elementos (30) de calentamiento en dicha dirección de distribución.
11. Un sistema de regulación de la temperatura de un paciente que comprende: un aparato (1) de calentamiento de fluido según cualquier reivindicación precedente; y una herramienta (2) de regulación de la temperatura de un paciente configurada para recibir un flujo de fluido de entrada desde el aparato (1) de calentamiento de fluido, derivándose dicho flujo de fluido de entrada de dicho flujo de fluido calentado, y para ajustar o mantener la temperatura de un paciente utilizando dicho flujo de fluido de entrada recibido.
12. Un sistema de regulación de la temperatura de un paciente según la reivindicación 11 en el que el aparato (1) de calentamiento de fluido comprende un controlador (50) configurado para regular la temperatura de un paciente regulando la temperatura del flujo de fluido de entrada recibido por la herramienta de regulación de la temperatura de un paciente teniendo en cuenta las mediciones de temperatura procedentes de dichos sensores (42) de temperatura.
13. El método de calentamiento de fluido que comprende: generar un flujo de fluido calentado que tiene una dirección de flujo de fluido principal y una distribución de temperatura no homogénea en una dirección de distribución perpendicular a la dirección de flujo de fluido principal; y medir las temperaturas de al menos dos partes del flujo de fluido calentado desplazadas entre sí en la dirección de distribución, caracterizado por que al menos dichas dos partes del flujo de fluido calentado tienen diferentes temperaturas, en el que generar dicho flujo de fluido calentado comprende utilizar una pluralidad de elementos (30) de calentamiento desplazados entre sí en dicha dirección de distribución.

14. Un método según la reivindicación 13 en el que el flujo de fluido calentado es un primer flujo de fluido calentado, comprendiendo además el método predecir y/o regular una temperatura de un segundo flujo de fluido calentado aguas abajo del primer flujo de fluido calentado teniendo en cuenta las temperaturas medidas de al menos dichas dos partes del flujo de fluido calentado.

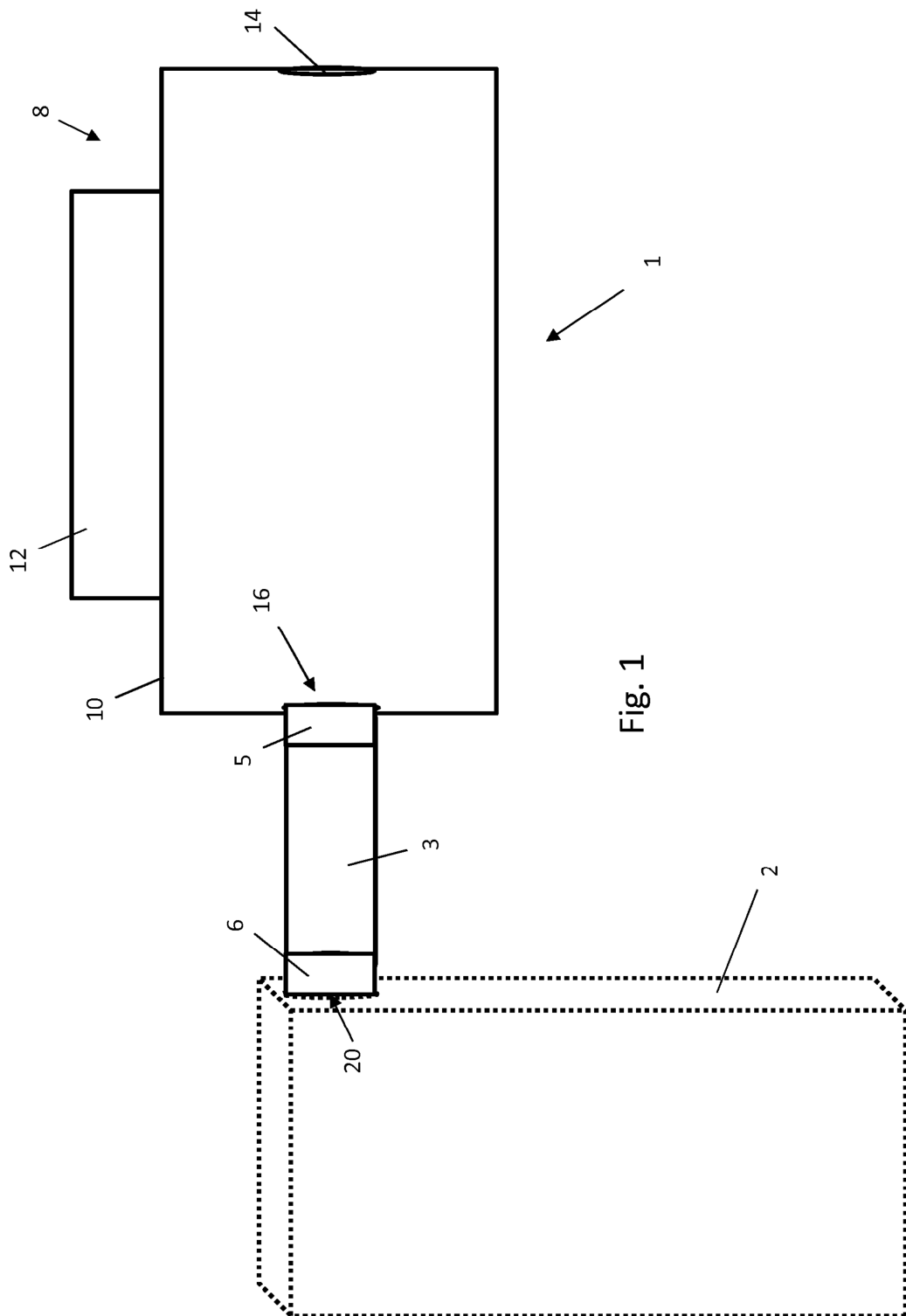


Fig. 1

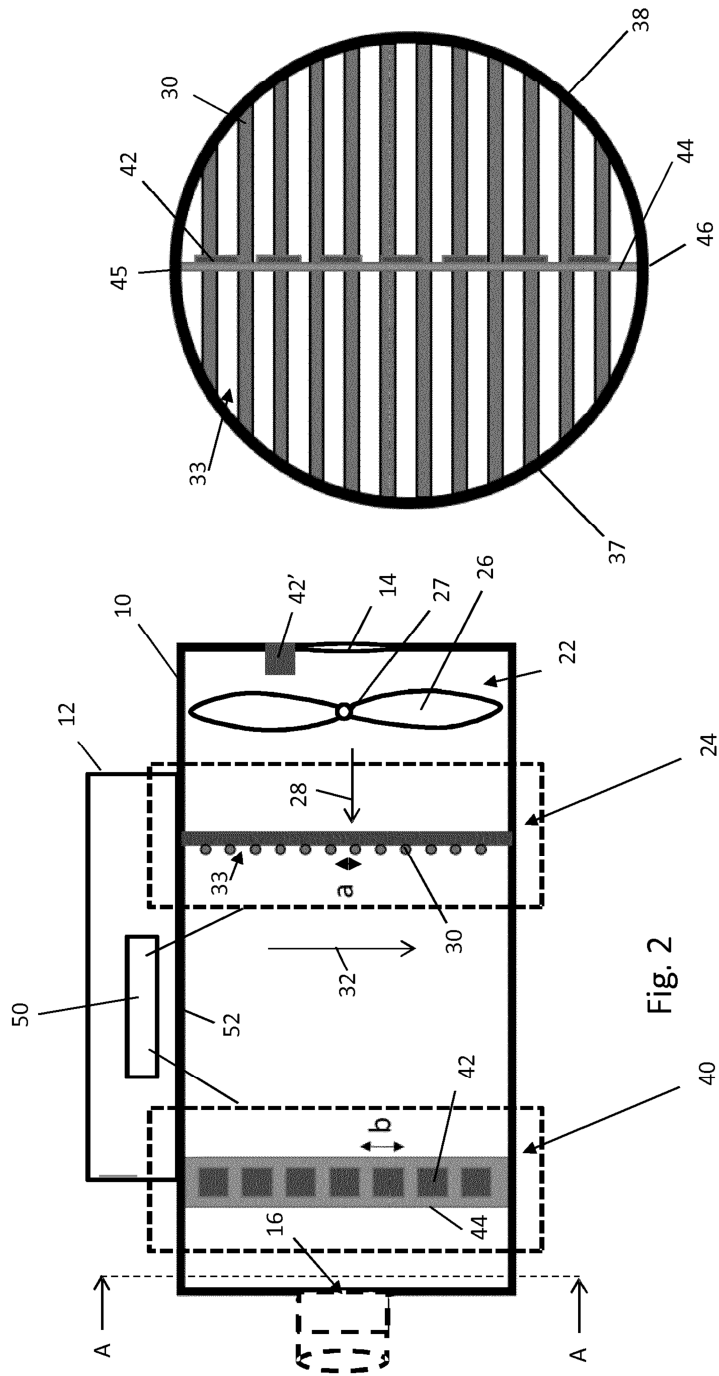


Fig. 3

Fig. 2

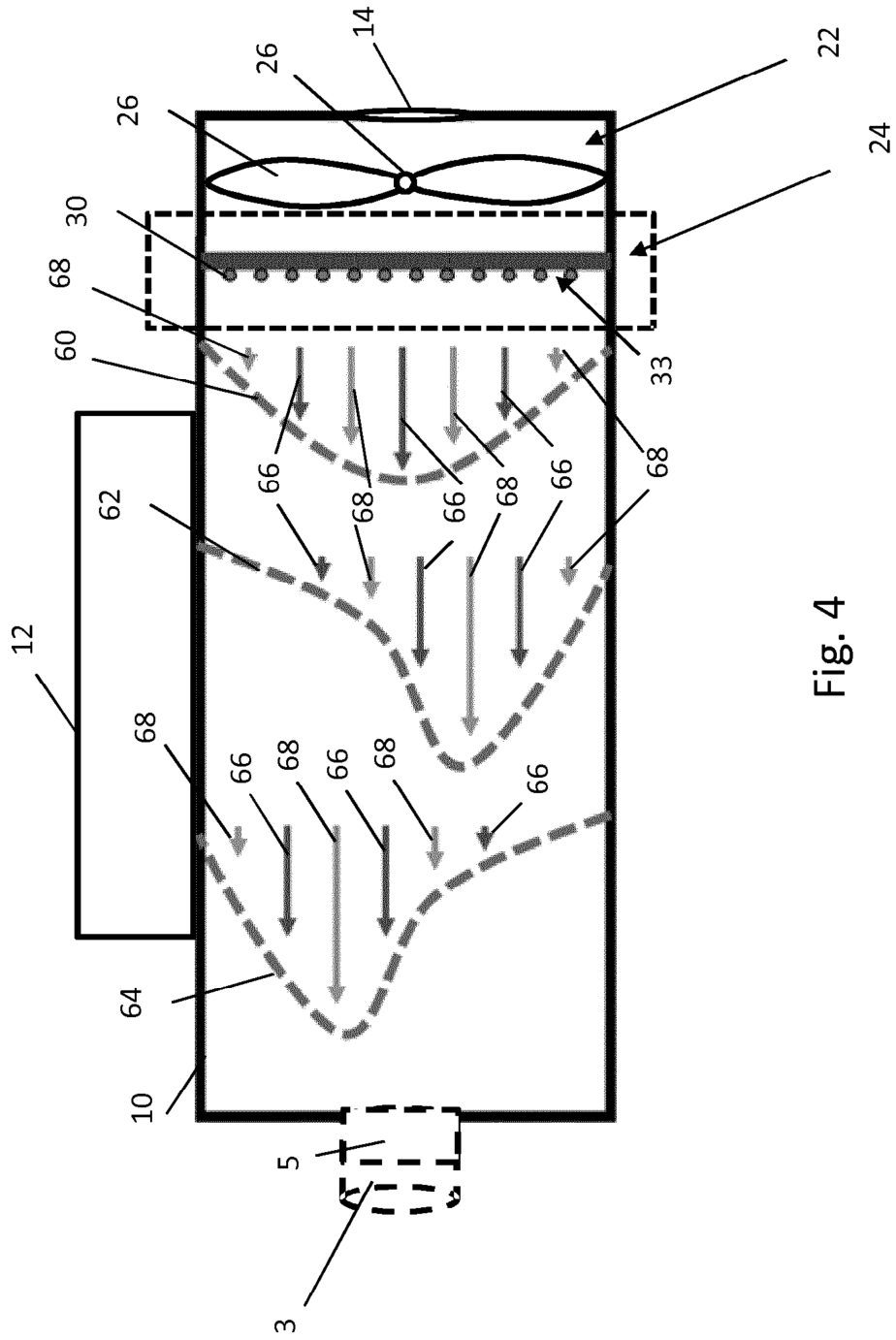


Fig. 4

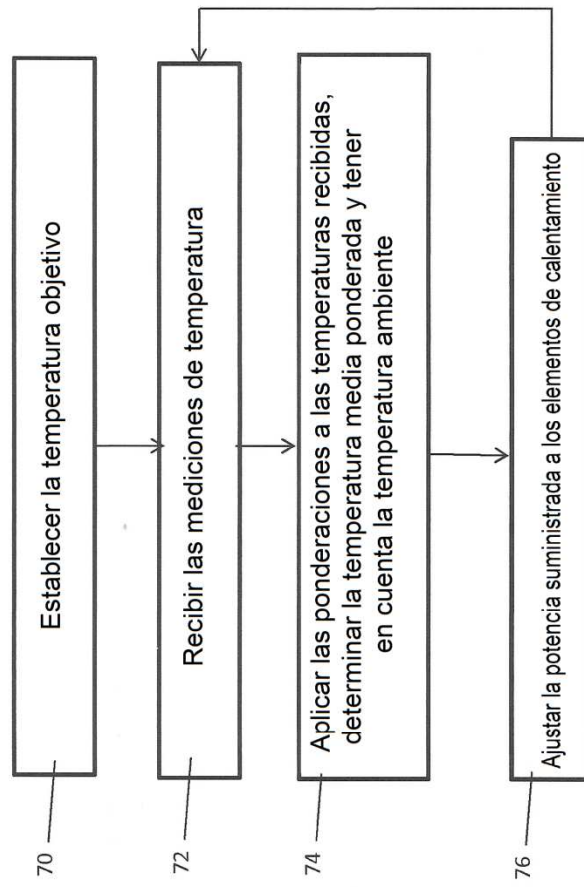


Fig. 5