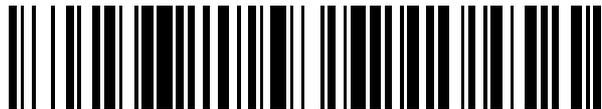


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 673**

51 Int. Cl.:

B64D 13/08 (2006.01)

F28D 15/02 (2006.01)

B64D 15/02 (2006.01)

B64D 37/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2016** **E 16170051 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018** **EP 3095704**

54 Título: **Sistema de recuperación de calor, en particular para su uso en aeronaves, que usa un circuito de fluido de dos fases.**

30 Prioridad:

21.05.2015 IT UB20150833

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

04.10.2018

73 Titular/es:

**LEONARDO S.P.A. (100.0%)
Piazza Monte Grappa, 4
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**MOSCATELLI, ANTONIO y
MANCUSO, GIANNI**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 684 673 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

Sistema de recuperación de calor, en particular para su uso en aeronaves, que usa un circuito de fluido de dos fases.

5 La presente invención se refiere en general a un sistema de recuperación de calor que hace uso de un circuito de fluido de dos fases. Más en particular, la presente invención se refiere a un sistema de recuperación de calor para recuperar el calor extraído del aire arrastrado a partir de una etapa de compresión a alta temperatura del motor.

10 En aeronaves militares y civiles, el sistema de acondicionamiento de aire utiliza típicamente como fuente de aire, el aire arrastrado a partir de una fase de compresión del motor que opera a alta temperatura (en la región de 500-600 °C). Este aire, antes de ser enviado a los dispositivos de usuario del sistema de aire acondicionado de la aeronave, debe ser enfriado mediante intercambio de calor con aire dinámico suministrado desde el ambiente exterior. A este fin, conforme a la técnica anterior, se ha dispuesto usar un intercambiador de calor primario, conocido normalmente como pre-enfriador, a través del cual el calor extraído desde el aire caliente arrastrado desde el compresor del motor se descarga en el entorno exterior, sin ser por tanto recuperado.

15 El documento US 4.516.631 describe un sistema de refrigeración, destinado en particular a enfriar una boquilla para el suministro de combustible o de aire a una cámara de combustión, usando lo que se conoce como "conducto de calor". Conforme a esta solución conocida, el sistema de refrigeración comprende un dispositivo evaporador que está dispuesto alrededor de la boquilla y que está conectado por medio de un conducto a un tanque que contiene un fluido de dos fases, formando el dispositivo evaporador, el conducto y el tanque en conjunto un circuito cerrado.

20 El dispositivo evaporador comprende una carcasa que tiene una pared cilíndrica interna en contacto con la pared de la boquilla, y una pared cilíndrica externa que encierra, junto con la pared cilíndrica interna, una cavidad. Una pared divisora se encuentra dispuesta entre la pared interna y la pared externa de la carcasa del dispositivo evaporador, estando dicha pared divisora formada a modo de cilindro metálico que está perforado a lo largo de al menos una porción de su longitud y que divide radialmente la cavidad en una cavidad interna que se extiende entre la pared

25 interna y la pared divisora, y una cavidad externa que se extiende entre la pared divisora y la pared externa. Un elemento de material poroso que se extiende entre la pared interna y la pared externa de la carcasa se encuentra dispuesto en un extremo de la cavidad. El principio operativo de este sistema de refrigeración conocido es como sigue. El fluido de trabajo en fase líquida suministrado desde el tanque, entra en el evaporador en una zona extrema axial de la cavidad externa y fluye axialmente a lo largo de esta cavidad hasta que alcanza el elemento de material poroso. El fluido de trabajo, todavía en fase líquida, pasa a continuación desde la cavidad externa a la cavidad interna, fluyendo por capilaridad a través del elemento de material poroso. El fluido de trabajo fluye a continuación axialmente a lo largo de la cavidad interna, recibiendo calor desde la boquilla y pasando por lo tanto desde la fase líquida a la fase de vapor. A lo largo de la última sección de la cavidad interna, el fluido de trabajo en fase de vapor libera calor al exterior a través de un dissipador de calor provisto de aletas, dispuesto alrededor de la cavidad interna,

30 y a continuación fluye hacia fuera del evaporador en fase líquida y retorna al tanque.

35 El sistema de refrigeración conocido a partir del documento US 4.516.631 no posee la función de recuperar calor desde la boquilla a efectos de permitir el uso del calor recuperado para fines determinados, por ejemplo para calentar el combustible o para la función de descongelación, sino que simplemente sirve para extraer calor desde la boquilla con el fin de enfriar dicha boquilla, dispersando el calor extraído en el ambiente externo. Además, este sistema conocido es extremadamente ineficaz, debido a las pérdidas de calor que se producen tanto en el flujo a lo largo de la cavidad externa como el flujo a lo largo de la cavidad interna, y también debido a que el fluido en fase de vapor que fluye a lo largo de la cavidad interna desde el extremo en donde está situado el elemento de material poroso hasta el extremo opuesto libera inevitablemente calor hasta el fluido en fase líquida que circula en dirección opuesta a lo largo de la cavidad externa. Debido a su baja eficiencia, podría no ser posible emplear dicho sistema a efectos de usar ventajosamente, incluso a una distancia de varios metros desde la boquilla, el calor recuperado a partir de la boquilla.

40 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema que esté capacitado para recuperar calor desde un fluido caliente que circula por al menos un tubo, en particular a partir del aire caliente arrastrado desde el compresor de un motor de una aeronave, el cual no posee ningún intercambiador de calor primario (pre-enfriador), reduciendo de ese modo el volumen, la masa y la complejidad del sistema de acondicionamiento de aire de la aeronave, y que es particularmente eficiente.

45 Este y otros objetos han sido alcanzados plenamente conforme a la presente invención por medio de un sistema de recuperación de calor que tiene las características definidas en la reivindicación independiente 1 que se acompaña.

50 Otras características ventajosas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido debe ser entendido como que forma una parte integral e integradora de la descripción que sigue.

55 En resumen, la invención se basa en el concepto de recuperación de calor a partir de un fluido caliente que circula dentro de un tubo, en particular a partir del aire caliente arrastrado desde el compresor de un motor de una

aeronave, usando un circuito de fluido de dos fases que comprende al menos un dispositivo evaporador asociado a uno de los tubos de aire caliente a lo largo del cual circula el aire caliente arrastrado desde el compresor del motor, comprendiendo del dispositivo evaporador una carcasa dispuesta alrededor de un tubo de aire caliente respectivo y un miembro de separación de material poroso dispuesto en el interior de la carcasa de modo que divide radialmente el interior de la carcasa en una cavidad interna, que se enfrenta hacia el tubo de aire caliente, y una cavidad externa, que se enfrenta hacia el exterior, permitiendo que el fluido circule radialmente por capilaridad a través del miembro de separación desde la cavidad externa hasta la cavidad interna, comprendiendo además el circuito de fluido de dos fases, por cada dispositivo evaporador, un conducto que está conectado por sus extremos opuestos al dispositivo evaporador de modo que define con el mismo un circuito cerrado a través del cual fluye un fluido de dos fases. De esta manera, el fluido en fase líquida que está en el interior de la cavidad interna del dispositivo evaporador recibe calor desde el aire caliente que circula a lo largo del tubo de aire caliente y se evapora. El fluido en fase de vapor circula a lo largo del conducto y puede ser usado, por lo tanto, con una función de calentamiento, por ejemplo para calentar el combustible, o con una función de descongelación, para calentar partes de la aeronave donde se deba evitar la formación de hielo. El fluido en fase líquida que retorna a través del conducto hasta el dispositivo evaporador es empujado radialmente por capilaridad a través del miembro de separación en la dirección desde la cavidad externa hasta la cavidad interna del dispositivo evaporador, donde tiene de nuevo lugar la transición desde la fase líquida a la fase de vapor debido al calor liberado por el aire caliente que circula por el tubo.

Por lo tanto, resulta posible establecer, sin necesidad de dispositivos de control de flujo activo, una circulación de fluido a lo largo del conducto del circuito de fluido de dos fases que permita la transferencia, donde se requiera, por ejemplo hasta los tanques de combustible o hasta las alas de la aeronave, del calor extraído del aire caliente suministrado por el compresor del motor. Mediante el sistema de recuperación de calor conforme a la presente invención, resulta por lo tanto posible usar, por ejemplo para la función de calentamiento del combustible o la función de descongelación, el calor extraído desde el aire caliente suministrado por el compresor del motor, cuyo calor podría ser, en su caso, descargado en el ambiente exterior.

Además, puesto que el aire caliente arrastrado desde el compresor del motor libera calor hasta los dispositivos evaporadores a lo largo del (de los) tubo(s) a través del (de los) cual(es) circula el aire caliente, el aire caliente puede ser enfriado hasta la temperatura deseada sin tener que usar ningún intercambiador de calor primario (pre-enfriador), reduciendo de ese modo el volumen, la masa y la complejidad del sistema de acondicionamiento de aire de la aeronave.

Además, el uso de un circuito de fluido de dos fases permite recuperar calor así como usar el calor así recuperado, de una manera pasiva y automática, sin necesidad de dispositivos de control de flujo activo y por lo tanto sin consumo de energía. Básicamente, la presente invención proporciona una solución simple, económica y extremadamente fiable para mejorar la eficacia energética global de la aeronave.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de relieve a partir de la descripción detallada que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 muestra una vista lateral de una porción de un tubo de aire caliente en el que se ha montado un dispositivo evaporador que forma parte de un sistema de recuperación de calor conforme a la presente invención;

La Figura 2 es una vista en sección axial a través de la línea de sección II-II de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en sección transversal a través de la línea de sección III-III de la Figura 1, y

La Figura 4 es una vista en sección transversal, similar a la de la Figura 3, que muestra una variante de realización de la presente invención.

Con referencia a las Figuras 1 a 3, 10 indica un tubo de aire caliente (del que solamente se ha representado una porción), a través del cual circula el aire caliente arrastrado desde una fase de compresión a alta temperatura de un motor de una aeronave (no representado, pero en cualquier caso de un tipo en sí conocido), para ser usado, tras ser enfriado hasta la temperatura deseada, en un sistema de acondicionamiento de aire de la aeronave. Un dispositivo evaporador 12 que forma parte de un sistema de recuperación de calor conforme a la presente invención, ha sido montado en el tubo de aire caliente 10 (en lo que sigue mencionado simplemente como "tubo"). El dispositivo evaporador 12 comprende una carcasa a modo de manguito que tiene una pared interna 14, una pared externa 16 y un par de paredes extremas 18 que cierran el manguito por sus extremos axiales opuestos y que definen, junto con la pared interna 14 y la pared externa 16, una cavidad 20. La pared interna 14 del dispositivo evaporador 12 está en contacto con la pared del tubo 10. Con preferencia, la pared interna 14 y la pared externa 16 del dispositivo evaporador 12 son paredes cilíndricas dispuestas coaxialmente cada una con la otra, así como coaxialmente con el tubo 10.

Un miembro de separación 22 de material poroso, se encuentra dispuesto en el interior del dispositivo evaporador 12, entre la pared interna 14 y la pared externa 16, a efectos de dividir radialmente la cavidad 20 en una cavidad interna 20a, que se extiende entre la pared interna 14 y el miembro de separación 22, y una cavidad externa 20b,

que se extiende entre el miembro de separación 22 y la pared externa 16. El miembro de separación 22 se extiende sobre la longitud total (dimensión axial) de la cavidad 20, mientras que se interrumpe en dirección circunferencial a efectos de conectar la cavidad interna 20a y la cavidad externa 20b entre sí en una zona de la cavidad 20 indicada como 20c (Figura 3). El miembro de separación 22 está formado por lo tanto a modo de elemento tubular con una hendidura axial (es decir, una hendidura que se extiende paralela a su eje, coincidiendo con el eje de la carcasa del dispositivo evaporador 12).

El sistema de recuperación de calor comprende además un conducto 24 que está conectado por sus extremos opuestos al dispositivo evaporador 12 con el fin de formar con este último un circuito cerrado que está lleno de un fluido de dos fases (tal como agua, amonio o propileno). Más específicamente, el conducto 24 está conectado al dispositivo evaporador 12 por un lado en la zona 20c de la cavidad 20 y por el otro lado a lo largo de la cavidad externa 20b, con preferencia en el lado diametralmente opuesto a la zona 20c.

El sistema de recuperación de calor opera como sigue. El fluido en fase líquida que está en el interior de la cavidad interna 20a del dispositivo evaporador 12, recibe calor a partir del aire caliente que circula a lo largo del tubo 10 y se evapora. El fluido en fase de vapor fluye hacia fuera del dispositivo evaporador 12 en la zona 20c de la cavidad 20 (según se ha indicado mediante la flecha SALIDA en las Figuras 2 y 3) y a lo largo del conducto 24 para transferir calor a uno o más dispositivos de usuario atendidos por el sistema de recuperación de calor. El calor recuperado puede ser usado, por ejemplo, para calentar el combustible o a efectos de descongelación, es decir para calentar partes de la aeronave, tal como en particular las alas, donde se debe evitar la formación de hielo. El fluido retorna a continuación en forma líquida al dispositivo evaporador 12, principalmente a la zona de la cavidad externa 20b (según se ha indicado mediante la flecha ENTRADA en las Figuras 2 y 3) y desde aquí es empujado radialmente por capilaridad a través del miembro de separación 22 hacia la cavidad interna 20a, donde ocurre de nuevo la transición desde la fase líquida a la fase de vapor debido al calor liberado por el aire caliente que fluye a lo largo del tubo 10. Se establece de ese modo un flujo de fluido continuo a lo largo del conducto 24, que permite que el calor extraído del aire caliente que circula por dentro del tubo 10 sea transferido a donde se requiera, por ejemplo a los tanques de combustible o a las alas de la aeronave.

Haciendo ahora referencia a la Figura 4, en la que las partes y los elementos idénticos o correspondientes con los de las Figuras anteriores han sido designados con los mismos números de referencia, conforme a una variante de realización de la presente invención, la cavidad interna 20a y la cavidad externa 20b no están conectadas entre sí en la zona 20c de la cavidad 20, sino que están en comunicación cada una con la otra solamente a través de los poros del miembro de separación 22. En este caso también, al igual que en la realización de las Figuras 1-3, el miembro de separación 22 está interrumpido en dirección circunferencial (es decir, está formado a manera de un manguito tubular que tiene una hendidura axial) de modo que pone en comunicación la cavidad interna 20a con el conducto 24. Sin embargo, a diferencia con la realización de las Figuras 1-3, el paso entre la cavidad externa 20b y la zona 20c de la cavidad 20 está cerrado por medio de elementos de cierre 26, preferiblemente dispuestos en los extremos libres del miembro de separación 22. De esta manera, por lo tanto, el fluido en fase líquida que está en la cavidad externa 20b, se ve forzado a circular hacia la cavidad interna 20a pasando a través del miembro de separación 22.

Incluso aunque los dibujos anexos muestren solamente un único dispositivo evaporador, se podrían prever de manera clara varios dispositivos evaporadores en el mismo tubo de aire caliente, estando cada dispositivo evaporador conectado a un conducto respectivo de modo que forme con este último un circuito cerrado respectivo que contenga el fluido de dos fases. Además, en el caso de que se proporcionen varios tubos de aire caliente, el sistema de recuperación de calor podrá comprender ventajosamente al menos un dispositivo evaporador dispuesto en cada uno de los tubos de aire caliente.

Finalmente, incluso aunque la invención ha sido descrita en la presente memoria con referencia particular a su aplicación en aeronaves, en particular en combinación con un tubo de aire caliente que alimenta al sistema de acondicionamiento de aire de la aeronave con aire caliente arrastrado a partir de una fase de compresión a alta temperatura del motor de la aeronave, en general ésta puede ser aplicado a cualquier sistema en el que el calor transportado por un fluido caliente que circula por un tubo podría ser descargado, en su caso, en el ambiente exterior, sin ser al menos parcialmente recuperado.

Naturalmente, manteniendo los principios de la invención sin cambio, las realizaciones y los detalles constructivos pueden variar ampliamente de los descritos e ilustrados únicamente a título de ejemplo no limitativo.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Sistema de recuperación de calor para recuperar calor a partir de un fluido caliente que fluye por al menos un tubo (10), en particular a partir del aire caliente arrastrado desde una fase de compresión a alta temperatura de un motor de una aeronave, comprendiendo el sistema al menos un dispositivo evaporador (12) dispuesto en uso alrededor de dicho al menos un tubo (10) y, por cada dispositivo evaporador (12), un conducto (24) respectivo conectado por sus extremos opuestos al dispositivo evaporador (12) a efectos de formar con este último un circuito cerrado que contiene un fluido de dos fases,
- 10 en donde cada dispositivo evaporador (12) comprende una carcasa, que tiene una pared interna (14) que en uso está en contacto con el tubo (10) respectivo, y una pared externa (16) que encierra una cavidad (20) con la pared interna (14), y un miembro de separación (22) dispuesto en el interior de la carcasa a efectos de dividir radialmente la cavidad (20) en una cavidad interna (20a), que se extiende entre la pared interna (14) y el miembro de separación (22), y una cavidad externa (20b), que se extiende entre el miembro de separación (22) y la pared externa (16), estando el miembro de separación (22) realizado con material poroso a efectos de permitir que el fluido fluya radialmente por capilaridad a través del miembro de separación (22) en la dirección desde la cavidad externa (20b) hasta la cavidad interna (20a), y
- 15 en donde cada conducto (24) está en comunicación de fluido, por sus extremos opuestos, con la cavidad interna (20a) y la cavidad externa (20b), respectivamente, del dispositivo evaporador (12) respectivo a efectos de permitir que el fluido en fase de vapor fluya hacia fuera del dispositivo evaporador (12) y que el fluido en fase líquida fluya de nuevo hacia el dispositivo evaporador (12), respectivamente.
- 20 2.- Sistema según la reivindicación 1, en donde la pared interna (14) y la pared externa (16) de cada dispositivo evaporador (12) son paredes cilíndricas dispuestas coaxialmente entre sí y, en uso, coaxialmente con el tubo (10) respectivo.
- 25 3.- Sistema según la reivindicación 2, en donde el miembro de separación (22) de cada dispositivo evaporador (12) se extiende sobre la longitud total de la cavidad (20) y está interrumpido circunferencialmente en una zona de conexión (20c) de la cavidad (20).
- 4.- Sistema según la reivindicación 3, en donde el miembro de separación (22) de cada dispositivo evaporador (12) está formado a modo de elemento tubular que tiene una hendidura axial.
- 30 5.- Sistema según la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en donde cada conducto (24) está conectado al dispositivo evaporador (12) respectivo por un extremo en la zona de conexión (20c) de la cavidad (20) y por el extremo opuesto a lo largo de la cavidad externa (20b), en el lado diametralmente opuesto a la zona de conexión (20c).
- 35 6.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde la cavidad externa (20b) de cada dispositivo evaporador (12) está en comunicación de fluido directa con la zona de conexión (20c) de la cavidad (20).
- 7.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde cada dispositivo evaporador (12) comprende medios de cierre (26) dispuestos entre el miembro de separación (22) y la pared externa (16) a efectos de impedir la comunicación de fluido directa entre la cavidad externa (20b) y la zona de conexión (20c) de la cavidad (20).
- 40 8.- Aeronave que comprende al menos un tubo de aire caliente (10) para transportar aire caliente arrastrado desde una fase de compresión a alta temperatura del motor de la aeronave hasta un sistema de acondicionamiento aire de la aeronave, y un sistema de recuperación de calor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para recuperar calor a partir del aire caliente que circula a lo largo de dicho al menos un tubo (10).

45

50

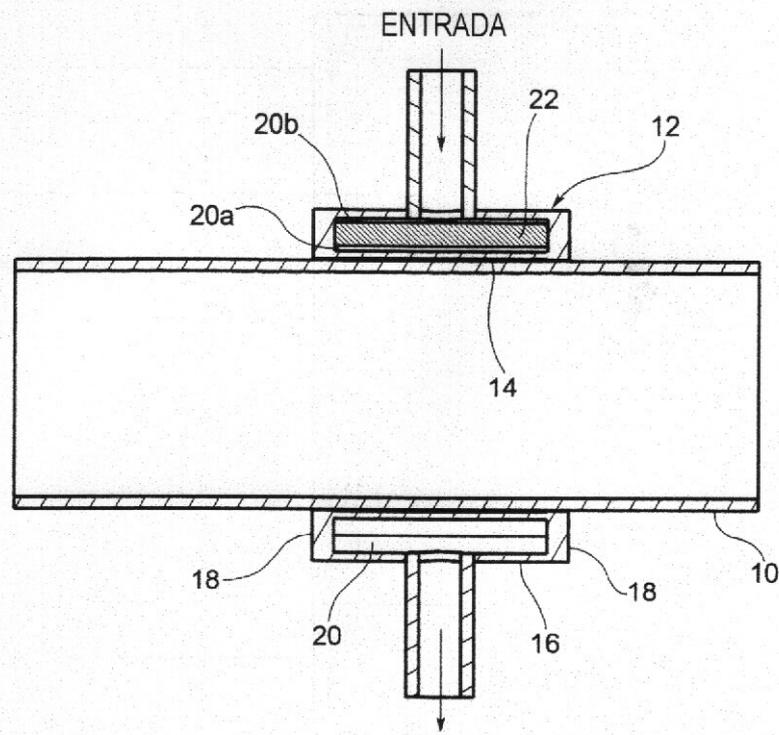
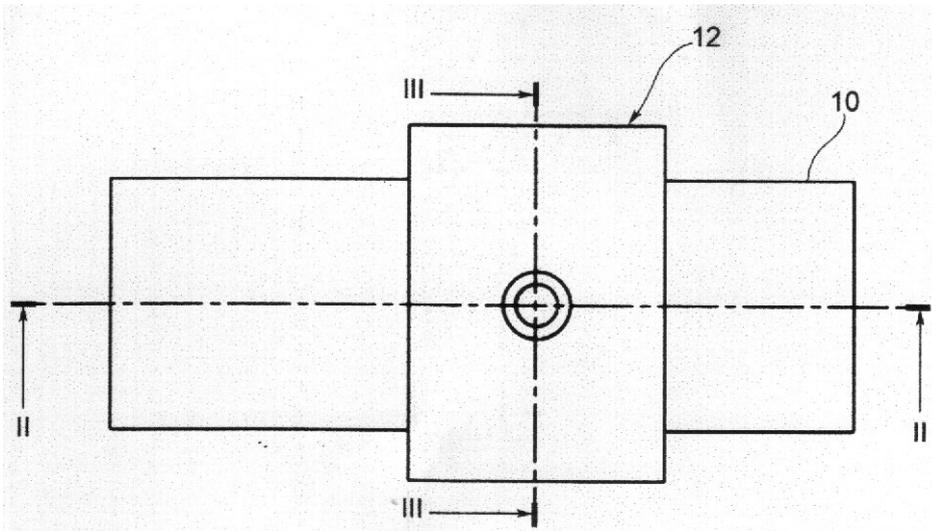


FIG. 2

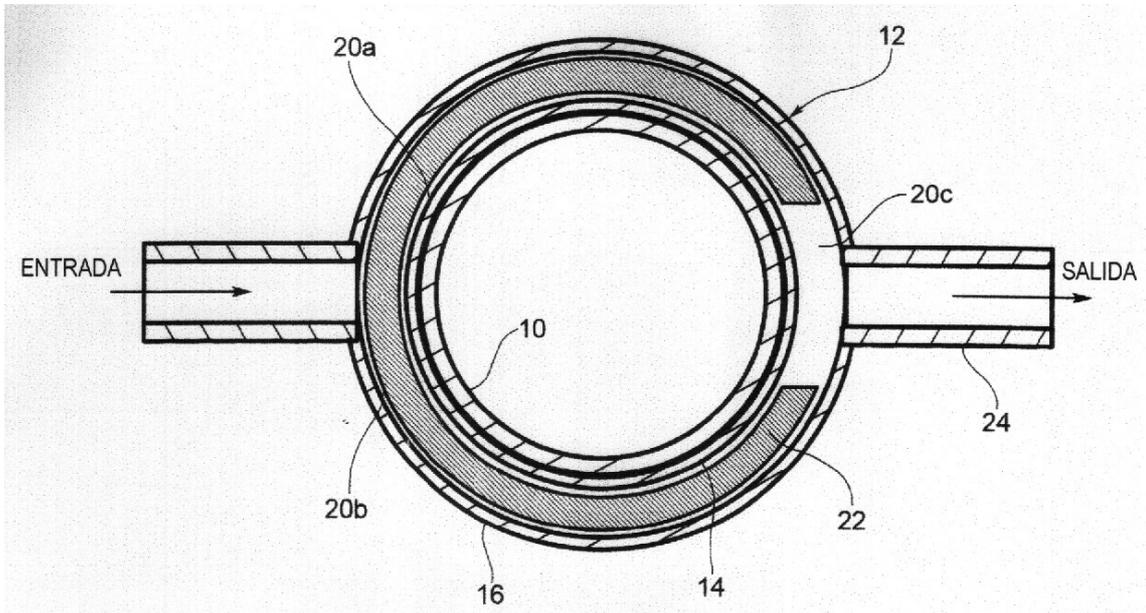


FIG. 3

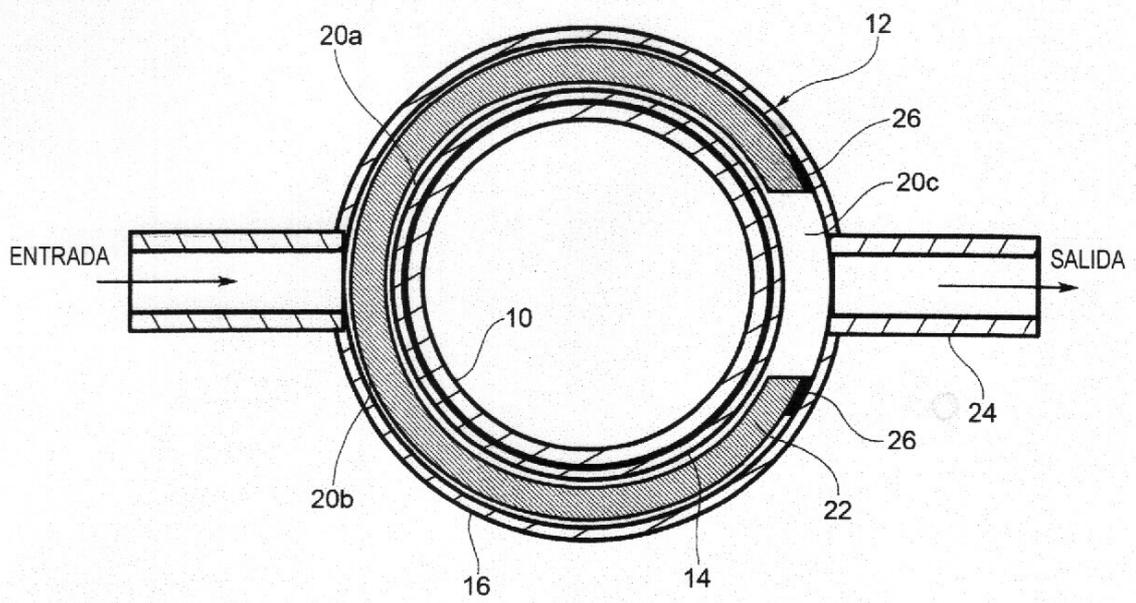


FIG. 4