



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 322 968**

(51) Int. Cl.:

F28D 15/04 (2006.01)

B23P 15/26 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07252000 .0**

(96) Fecha de presentación : **15.05.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1857762**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **21.11.2007**

(54) Título: **Mecha multicapa en circuito de tubería de calor.**

(30) Prioridad: **17.05.2006 US 435964**

(73) Titular/es: **THE BOEING COMPANY**
100 North Riverside Plaza
Chicago, Illinois 60606-2016, US

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.07.2009

(72) Inventor/es: **Asfia, Julie F.;**
Cai, Qingjun y
Chen, Chung-Lung

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.07.2009

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 322 968 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

Mecha multicapa en circuito de tubería de calor.

5 **1. Campo de la invención**

Esta invención se refiere generalmente a dispositivos de transferencia de calor, y más particularmente, a una mecha multi-capa para un circuito de tuberías de calor.

10 **2. Antecedentes de la invención**

Los circuitos de tuberías de calor son dispositivos de transferencia de calor bifásicos que utilizan la evaporación y condensación de un fluido de trabajo para transferir calor, y las fuerzas capilares desarrolladas en mechas porosas finas para hacer circular el fluido. Los circuitos de tuberías de calor son dispositivos de transferencia de calor de gran 15 eficacia que se usan en aplicaciones espaciales para transferir calor de una fuente a otra usando un fluido en un sistema cerrado. Los circuitos de tuberías de calor son distintos de las tuberías de calor convencionales, en que una estructura de mecha se requiere solamente en la sección de evaporación. La estructura de mecha, hace de material poroso fino, comprende típicamente una mecha primaria y una mecha secundaria que proporcionan la fuerza impulsora para hacer circular el líquido/vapor operativo en el circuito de tubería de calor.

20 La Figura 1 ilustra un esquema de un circuito de tubería de calor convencional 2 con una estructura de mecha que tiene una mecha primaria 6 y una mecha secundaria 20, ambas realizadas de metal. En el circuito de tubería de calor 2, el calor se aplica a un evaporador 4, en una disposición de circuito, provocando que el líquido se evapore en una interfaz líquido/vapor dentro de la mecha primaria 6. El vapor saturado 8 fluye a través de los surcos de vapor en el 25 evaporador 4 y se combina en un conducto de vapor 10 y un condensador 12 en el que se retira el calor. En otras palabras, la estructura de mecha se usa para impulsar el líquido/vapor operativo en el circuito de tubería de calor 2 y proporciona una interfaz de cambio de fase para la transferencia de calor.

30 El vapor 8 se recoge mediante un sistema de surcos, que puede localizarse en la estructura de mecha, y fluye por el conducto de vapor 10 hacia el condensador 12, donde se condensa a la vez que el calor se retira dentro del condensador 12. Los surcos permiten que el vapor 8 escape fuera del evaporador 4 en el conducto de vapor 10. Una cámara de compensación 14, al final del evaporador 4, está diseñada para compensar el suministro de líquido del evaporador 4 y ajustar la temperatura activa del circuito de tubería de calor. La presión saturada inferior en la cámara de compensación 14 fuerza al líquido condensado a volver al evaporador 4. El líquido/fluido fluye posteriormente 35 hacia una tubería central 18 donde suministra a la mecha primaria 6 y la mecha secundaria 20. El exceso de fluido se drena hacia la cámara de compensación 14.

40 El líquido en la cámara de compensación 14 y la mecha secundaria 20 deben retornar a la mecha primaria 6 para cerrar el ciclo. Las fuerzas capilares realizan esto pasivamente, aspirando el líquido de vuelta a la superficie, del mismo modo que el agua se absorbe en una esponja.

45 La Figura 2 ilustra un gráfico de un suceso de fuga de calor en el circuito de tubería de calor 2 de la Figura 1, verificado por mediciones de temperaturas en diversas posiciones en el circuito de tubería de calor 2. La Tabla 1 a continuación identifica las posiciones en el circuito de tubería de calor 2 donde se midió la temperatura. Como puede observarse en la Figura 2, cuanto más grande es el cambio de temperatura (ΔT), mayor es la fuga de calor resultante. Por ejemplo, el cambio de temperatura entre la temperatura de la cámara de compensación (TC8) y la temperatura del 50 conducto de vapor (TC5) indica que está ocurriendo una gran fuga de calor. Esta fuga de calor es un resultado de la alta conductividad térmica de la mecha primaria 6 que está hecha de metal.

TABLA 1

Termopar	TC-1	TC-5	TC-7	TC-8	TC-9
Posición	Vapor en el condensador 12	Vapor fuera del (evaporador) 8	Evaporador 4	Cámara de compensación 14	Conducto de líquido 16

55 Para reducir la fuga de calor, los sistemas anteriores han sustituido el material cerámico por el metal de la mecha primaria 6. La Figura 3 ilustra un ejemplo de una estructura de mecha donde la mecha primaria 6 está hecha de material cerámico. Aunque usar un material cerámico para la mecha primaria 6 reduce la fuga de calor del evaporador 4 a la cámara de compensación 14, además tiene el efecto secundario negativo de provocar resistencia a la transferencia de calor en la superficie de calentamiento.

En las Figuras 4a-b, se ilustran las porciones del circuito de tubería de calor con la mecha primaria hecha de material cerámico. Cada porción utiliza surcos de vapor en diferentes emplazamientos del circuito de tubería de calor para permitir que el vapor escape fuera el evaporador 22 hacia un conducto de vapor (no mostrado). Como puede observarse en la Figura 4a, existe una gran diferencia de temperatura (ΔT) entre el evaporador 22 y el conducto de vapor, donde el surco 24 está situado en el evaporador 22. Esta gran diferencia de temperatura indica una gran resistencia térmica de la superficie de calentamiento a la interfaz líquido/vapor debido a la escasa conductividad térmica del material cerámico. Del mismo modo, en la Figura 4b, donde el surco 24 se localiza en la estructura de mecha 26, una gran diferencia de temperatura (ΔT) que da como resultado una gran fuga de calor está provocada por la escasa conductividad térmica del material cerámico y la transferencia de calor por la zona seca de la mecha cerámica.

La Figura 5 es un gráfico que ilustra la fuga de calor de un circuito de tubería de calor que utiliza una estructura de mecha 26 de las Figuras 4a-b. Usar una estructura de mecha donde la mecha primaria está hecha de material cerámico disminuye la fuga de calor, sin embargo, puesto que como la estructura de mecha cerámica tiene una conductividad térmica baja, existe una gran diferencia de temperatura (ΔT) entre el evaporador 22 y el conducto de vapor 10.

En vista de lo anterior, lo que se necesita es una mecha multi-capa para un circuito de tubería de calor que reduzca la fuga de calor del evaporador a la cámara de compensación en un circuito de tubería de calor, aumente la transferencia de calor y reduzca la resistencia a la transferencia de calor dentro de la mecha cerámica.

El documento US 6330 907, que describe el preámbulo de la reivindicación 1, describe un circuito de tipo tubería de calor con un evaporador. El evaporador incorpora una mecha donde la porción de la superficie exterior de la mecha está hecha de politetrafluoroetileno expandido poroso y una porción de superficie interior de la mecha está hecha de cerámica porosa. En una realización, se forma una película metálica en la porción de la superficie exterior de la mecha.

25 Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona una mecha multi-capa de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

En un aspecto de la presente invención, se proporciona una mecha multi-capa para un circuito de tubería de calor. La mecha multi-capa incluye una mecha primaria, la mecha primaria comprende: una primera capa; una segunda capa, en la que la primera capa rodea la segunda capa; y una mecha secundaria, en la que la segunda capa de la mecha primaria rodea la mecha secundaria.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un circuito de tubería de calor. El circuito de tubería de calor incluye una cámara de compensación; un evaporador; y una mecha multi-capa que conecta la cámara de compensación al evaporador, la mecha multi-capa comprende: una mecha primaria, la mecha primaria comprende: una primera capa, y una segunda capa, en la que la primera capa rodea la segunda capa; y una mecha secundaria, en la que la segunda capa de la mecha primaria rodea la mecha secundaria.

En otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de una mecha multi-capa. El método incluye la fabricación a máquina del diámetro exterior de una capa interna mayor que el diámetro interior de una capa externa; calentar la capa exterior para ampliar el diámetro interior; insertar la capa interna en la capa externa; y refrigerar la capa exterior.

En otro aspecto más de la presente invención, se proporciona una mecha multi-capa para un circuito de tubería de calor. La mecha multi-capa incluye una mecha primaria, la mecha primaria comprende: una primera capa; y una segunda capa, en la que la primera capa rodea la segunda capa.

Este breve sumario se ha proporcionado de manera que la naturaleza de la invención puede comprenderse rápidamente. Una compresión más completa de la invención puede obtenerse haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la misma junto con los dibujos adjuntos.

55 Breve descripción de los dibujos

Las características anteriores y otras características de la presente invención se describirán ahora en referencia a los dibujos de una realización preferida. La realización ilustrada pretende ilustrar, aunque no limitar la invención. Los dibujos incluyen lo siguiente:

60 La Figura 1 ilustra un circuito de tubería convencional que utiliza una estructura de mecha convencional;

La Figura 2 es un gráfico que ilustra la existencia de una fuga de calor del circuito de tubería de calor de la Figura 1;

65 La Figura 3 ilustra una estructura de mecha donde la mecha primaria está hecha de material cerámico, un material no metálico;

Las Figuras 4a-b ilustran un evaporador y una cámara de compensación que utilizan diferentes tipos de surcos de vapor;

ES 2 322 968 T3

La Figura 5 es un gráfico que ilustra la fuga de calor de un circuito de tubería de calor que utiliza la estructura de mecha primaria de cerámica de las Figuras 4a-b;

5 La Figura 6 ilustra una mecha multi-capa para un circuito de tubería de calor, de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 7 es una vista de frente de la mecha multi-capa de la Figura 6;

10 La Figura 8 es una vista en sección transversal de la mecha multi-capa de la Figura 6, tomada a lo largo de las líneas 8-8;

La Figura 9 es una vista desde arriba de un evaporador del circuito de tubería de calor que usa una mecha multi-capa con surcos de vapor en el evaporador;

15 La Figura 10 es una vista en sección transversal de la cámara de compensación del circuito de tubería de calor de la Figura 9, tomada a lo largo de las líneas 10-10;

La Figura 11 es una vista en sección transversal del evaporador del circuito de tubería de calor de la Figura 9, tomada a lo largo de las líneas 11-11;

20 La Figura 12 es una vista desde arriba de un evaporador que usa una mecha multi-capa con surcos de vapor en la mecha multi-capa;

25 La Figura 13 ilustra una cámara de compensación que usa una mecha multi-capa, de acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención;

La Figura 14 es una vista en sección transversal de la cámara de compensación de la Figura 13, tomada a lo largo de las líneas 14-14;

30 La Figura 15 es una vista en sección transversal del evaporador de la Figura 12, tomada a lo largo de las líneas 15-15;

La Figura 16 es un circuito de tubería de calor con conductos de líquido y vapor separados, de acuerdo con un aspecto de la presente invención,

35 La Figura 17 es un circuito de tubería de calor con conductos de líquido y vapor juntos, de acuerdo con un aspecto de la presente invención; y

La Figura 18 ilustra la fabricación de una mecha multi-capa que no forma parte de la invención.

40

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

45 La presente invención proporciona una estructura de mecha mejorada para un circuito de tubería de calor. La estructura y rendimiento de un circuito de tubería de calor se describió anteriormente en referencia a la Figura 1. La estructura de mecha es una mecha multi-capa (es decir, que tiene dos o más capas con diferentes materiales) que evita la pérdida de calor de la fuente de calor a la cámara de compensación del circuito de tubería de calor.

50 La Figura 6 ilustra una mecha multi-capa 27 de acuerdo con un aspecto de la presente invención. En la realización preferida, la mecha multi-capa 27 está compuesta por una mecha primaria 28 que tiene una primera capa 30 y una segunda capa 32 que rodea una mecha secundaria 34. La primera capa 30 de la mecha primaria 28 está hecha de un material de alta conductividad térmica tal como níquel. La mecha secundaria 34 está hecha de un material de alta conductividad térmica. La mecha secundaria 34 se inserta dentro de la segunda capa 32 de la mecha primaria 28 que está hecha de un material de baja conductividad térmica tal como un cerámico y la primera capa 30 de la mecha primaria 28 rodea la segunda capa de la mecha primaria 32. La conductividad térmica del material de la primera capa 30 de la mecha primaria 28 debe ser alta para reducir la resistencia a la transferencia del evaporador a la interfaz líquido/vapor.

55 A pesar de que la mecha multi-capa se describe como que tiene una mecha primaria que tiene una primera y segunda capas, la mecha primaria puede tener más de dos capas. Debería observarse que la mecha secundaria puede hacerse de metal.

60 En una realización preferida, el espesor de la primera capa 30 de la mecha primaria 28 es entre 0,5 mm y 3 mm. El tamaño de poro de la primera capa 30 de la mecha primaria 28 es entre 0,5 y 10 μm , y la porosidad de la segunda capa 32 de la mecha primaria 28 es entre el 40% y el 75%. El material de la primera capa 30 de la mecha primaria 28 puede sinterizarse a partir de polvos metálicos, tales como cobre poroso, níquel, aluminio, latón y plata o de un material de alta conductividad térmica no metálico, tal como carbono-carbono.

ES 2 322 968 T3

Como resultado de la mecha multi-capa 27, la fuga de calor del evaporador a la cámara de compensación se reduce debido al aislamiento térmico (es decir, baja conductividad térmica) del material cerámico de la segunda capa 32 de la mecha primaria 30. En una realización preferida, el espesor de la segunda capa 32 de la mecha primaria 28 puede variar de 2,0 mm a 10,0 mm. El tamaño de poro de la segunda capa 32 puede variar de 1,0 a 15,0 μm , y la porosidad

5 puede variar del 40% al 75%. El material de la segunda capa 32 puede ser un material poroso de baja conductividad térmica tal como un cerámico, sílice, polímeros compuestos, y plástico. (La cerámica puede ser un cilindro cerámico poroso 0640 fabricado por Soilmoisture Equipment Corp. de Santa Barbara, CA).

10 La longitud y el diámetro de la mecha multi-capa 27 se determina por la carga total de entrada de calor. En otras realizaciones, la longitud y el diámetro se determinan por la aplicación en la que debe usarse el circuito de tubería de calor.

15 Además, la transferencia de calor en las mechas multi-capa aumenta mientras que se reduce la diferencia de temperatura entre la cámara de compensación y el conducto de líquido (sub-refrigeración). La primera capa 30 de la mecha primaria 28 tiene que tener alta conductividad térmica (metal) mientras que la segunda capa 32 de la mecha primaria 28 tiene que tener baja conductividad térmica (no metal). El material metálico y no metálico usado se determina basándose en el tipo de líquido que fluye dentro y la dimensión y longitud reales dependerán de las cargas de calor. La Tabla 2 a continuación ilustra ejemplos de materiales tanto para la mecha primaria como para la mecha secundaria que

20 pueden usarse con fluidos específicos.

TABLA 2

25	Fluido de trabajo	Material compatible
30	Agua	Acero inoxidable, cobre, sílice, níquel, titanio
35	Amoniaco	Aluminio, acero inoxidable, acero laminado en frío, hierro, níquel
40	Metanol	Acero inoxidable, hierro, cobre, latón, sílice, níquel
45	Acetona	Aluminio, acero inoxidable, cobre, latón, sílice
50	Freón-11	Aluminio
55	Freón-21	Aluminio, hierro
60	Freón-113	Aluminio
	Heptano	Aluminio
	Dowtherm	Acero inoxidable, cobre, sílice
	Litio	Volframio, tantalio, molibdeno, niobio
	Sodio	Acero inoxidable, níquel, inconel, niobio
	Cesio	Titanio, niobio
	Mercurio	Acero inoxidable
	Plomo	Volframio, tantalio
	Plata	Volframio, tantalio

60 La Figura 7 es una vista de frente de una mecha multi-capa 28 de la Figura 6. La Figura 8 es una vista en sección transversal de la mecha multi-capa de la Figura 6, tomada a lo largo de las líneas 8-8.

65 La Figura 9 es una vista desde arriba de un evaporador del circuito de tubería de calor que usa una mecha multi-capa 27 con surcos de vapor en el evaporador 44 (véase la Figura 11). Una cámara de compensación 45, hecha de acero inoxidable, y una mecha multi-capa 27 conecta la cámara de compensación 45 al evaporador 44. Una porción de la mecha secundaria 34 está dentro de la cámara de compensación 45.

ES 2 322 968 T3

La Figura 10 es una vista en sección transversal de la cámara de compensación 45 del circuito de tubería de calor de la Figura 9, tomada a lo largo de las líneas 10-10. La Figura 11 es una vista en sección transversal del evaporador 44 del circuito de tubería de calor de la Figura 9, tomada a lo largo de las líneas 11-11.

5 La Figura 12 es una vista desde arriba del evaporador 44 usando una mecha multi-capa 27 con surcos de vapor situados en la mecha multi-capa 27 (véase Figura 15). La Figura 13 ilustra la cámara de compensación 45 usando una mecha multi-capa 27 con surcos de vapor situados en la mecha multi-capa 27. La Figura 14 es una vista en sección transversal de la cámara de condensación 45 de la Figura 13, tomada a lo largo de las líneas 14-14. La Figura 15 es una vista en sección transversal del evaporador 44 de la Figura 12, tomada a lo largo de las líneas 15-15.

10 Los surcos permiten que el vapor escape fuera del evaporador hacia el conducto de vapor. Los canales de vapor, los surcos longitudinales y circunferenciales están se realizan en la segunda capa 32 de la mecha primaria 28 o en la superficie interior del evaporador 44. El rendimiento del circuito de tubería de calor es el mismo, independientemente de dónde estén situados los surcos.

15 La Figura 16 ilustra una primera realización de un circuito de tubería de calor 38 utilizando una mecha multi-capa 27 de la presente invención. En la primera realización, los conductos de líquido 40 y vapor 42 están separados. El conducto de vapor 42 empieza desde el extremo del evaporador 44 de manera que el conducto de vapor 42 y el conducto de líquido 40 están separados entre sí.

20 La Figura 17 ilustra una segunda realización de un circuito de tubería de calor 46 que utiliza una mecha multi-capa 27 de la presente invención. En la segunda realización, los conductos de líquido 40 y vapor 42 están unidos. El conducto de vapor comienza desde el principio del evaporador 44 de manera que el conducto de vapor 42 y el conducto de líquido 40 están unidos.

25 El rendimiento del circuito de tubería de calor es el mismo, independientemente de si el conducto de líquido y el conducto de vapor están unidos. Los diseños en las Figuras 16 y 17 son aplicaciones específicas.

30 La fabricación de la mecha multi-capa 28 (es decir, la interfaz entre la capa exterior 31 y la capa interior 33) se completa con un estudio de tratamiento térmico. La capa interior 33 comprende la primera capa 30 de la mecha primaria 28 y la mecha secundaria 34 y la capa exterior 31 comprende la segunda capa 32.

35 Como se muestra en la Figura 18, el diámetro exterior D1 de la capa interior 33 está fabricado a máquina un poco más grande que el diámetro interior D2 de la capa exterior 31. Calentando la capa exterior 31 y ampliando su diámetro interior D2, la capa interior 33 se instala rápidamente. Después de que ambas capas se hayan refrigerado, se crea una conexión hermética (ajuste de interfaz). El mismo proceso se usa para instalar una mecha primaria multi-capa 28 en el evaporador 44. La combinación materiales de la capa interior 33 y exterior 31 se selecciona por su compatibilidad con el líquido operativo.

40 La longitud de la capa exterior 31 es equivalente a la longitud del evaporador 44, es decir, llega hasta el final. La longitud de la capa interior no es mayor que la capa exterior y es equivalente a la longitud de la cámara de compensación 45 al evaporador 44 (la capa de baja conductividad térmica llega hasta el final). Para evitar la fuga de calor a la cámara de compensación 45 por conducción, la sección de la mecha multi-capa 27 entre la cámara de compensación 45 y el evaporador 44 solamente usa una capa de material de baja conductividad térmica, que es el mismo que el material de la capa interior. El diámetro exterior de toda la mecha multi-capa es uniforme, sin tener en cuenta las variaciones de material.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una mecha multi-capa (27) para un circuito de tubería de calor, que comprende:

5 una mecha primaria (28), comprendiendo la mecha primaria (28):

una primera capa (30); y

10 una segunda capa (32), en la que la primera capa (30) rodea la segunda capa (32); y

una mecha secundaria (34), en la que la segunda capa (32) de la mecha primaria (28) rodea la mecha secundaria (34), en la que la primera capa (30) de la mecha primaria (28) está hecha de un material de alta conductividad térmica, en la que la segunda capa (32) de la mecha primaria (28) está hecha de un material de baja conductividad térmica, y
15 **caracterizada** por que la mecha secundaria (34) está hecha de un material de alta conductividad térmica.

2. La mecha multi-capa (27) de la reivindicación 1, en la que el material de alta conductividad térmica es níquel.

3. La mecha multi-capa (27) de la reivindicación 1, en la que el material de baja conductividad térmica es un
20 cerámico.

4. La mecha multi-capa (27) de la reivindicación 1, en la que la mecha multi-capa (27) conecta una cámara de compensación (45) a un evaporador en el circuito de tubería de calor.

25 5. La mecha multi-capa (27) de la reivindicación 4, en la que una porción de la mecha secundaria (34) está dentro de la cámara de compensación (45).

30

35

40

45

50

55

60

65

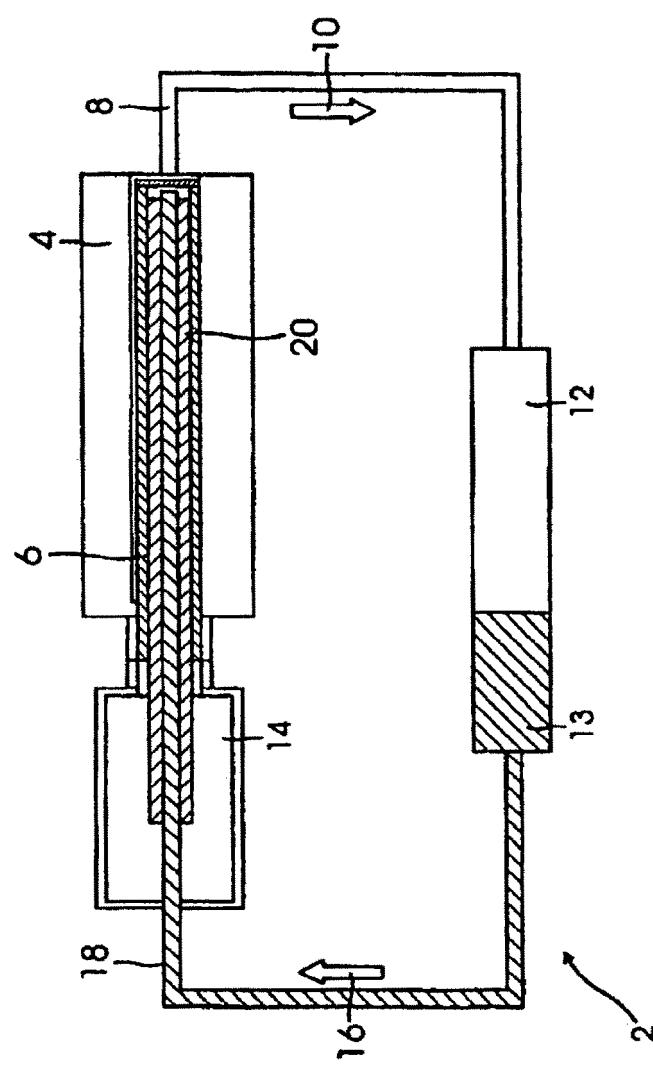


FIG. 1 (Técnica anterior)

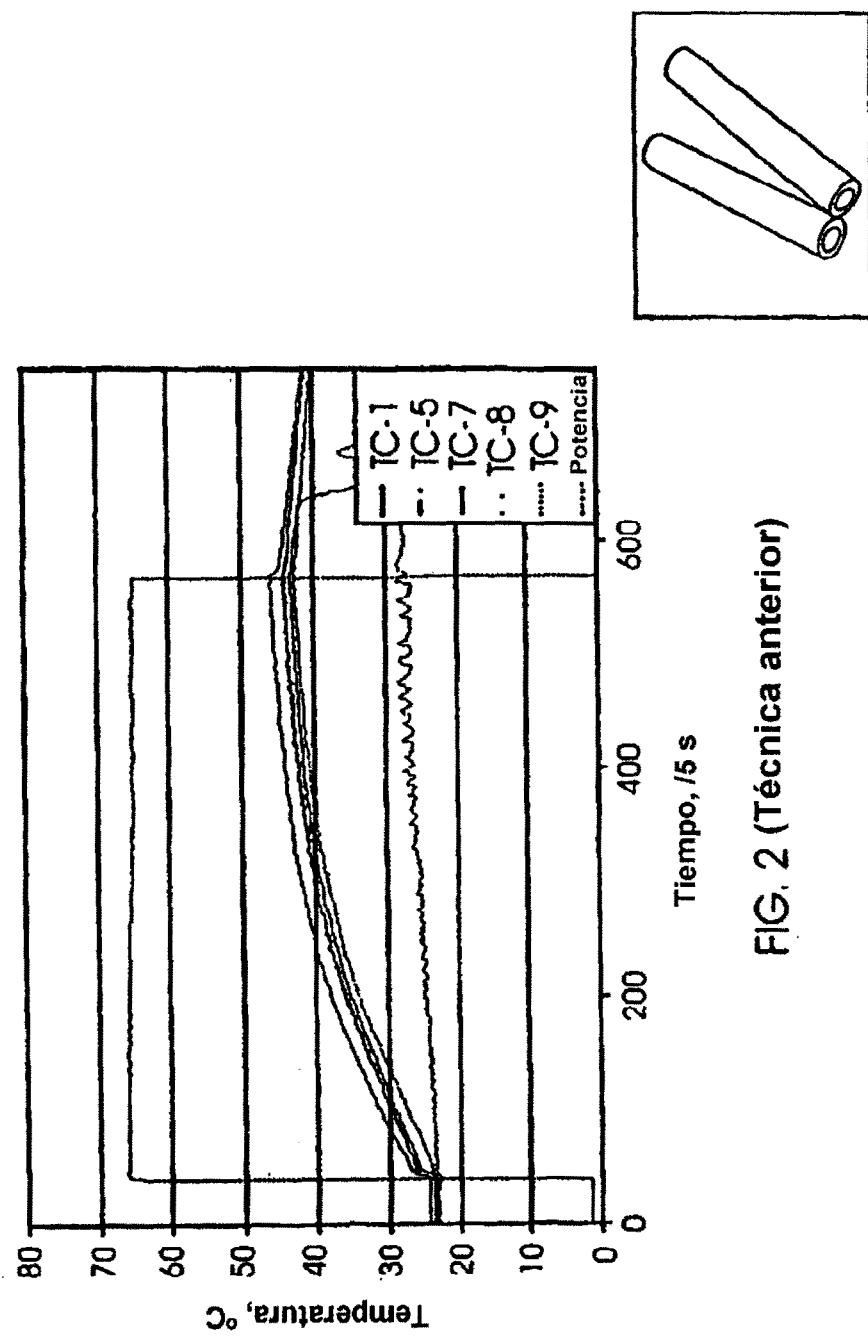


FIG. 2 (Técnica anterior)

FIG. 3 (Técnica anterior)

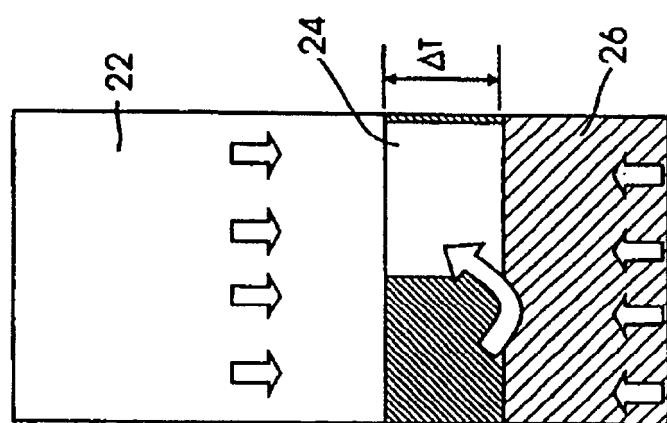


FIG. 4B (Técnica anterior)

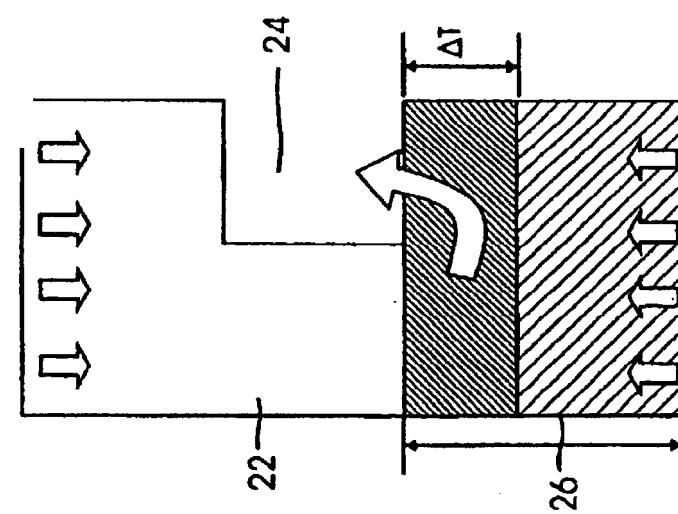


FIG. 4A (Técnica anterior)

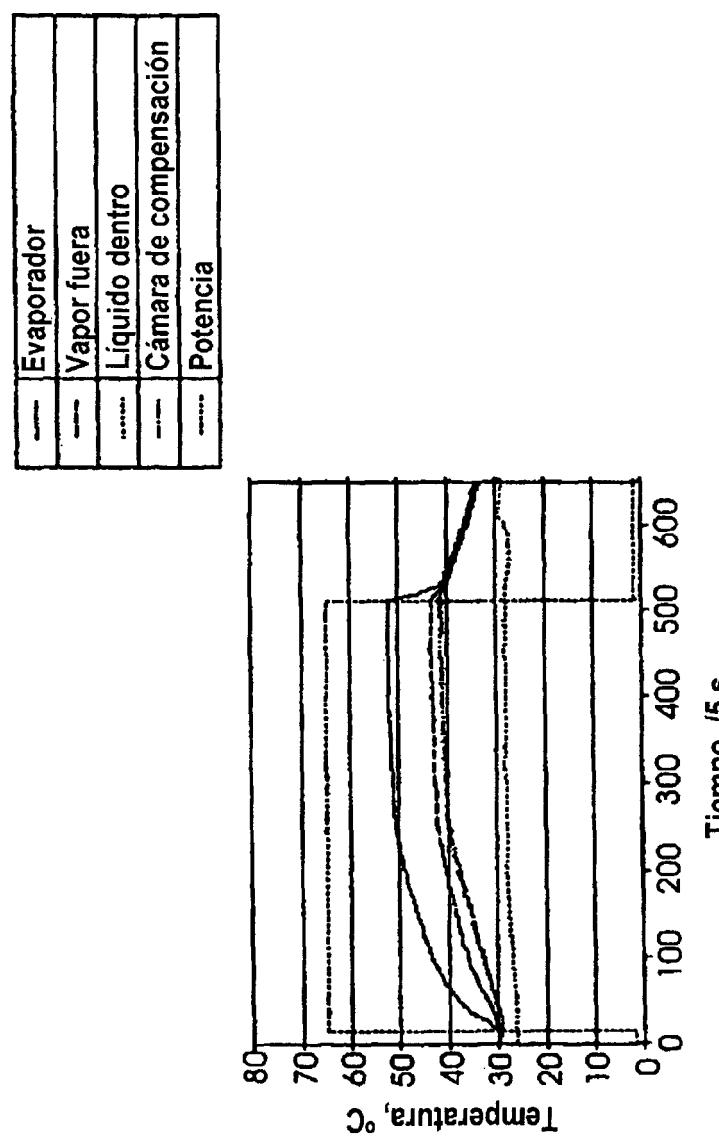
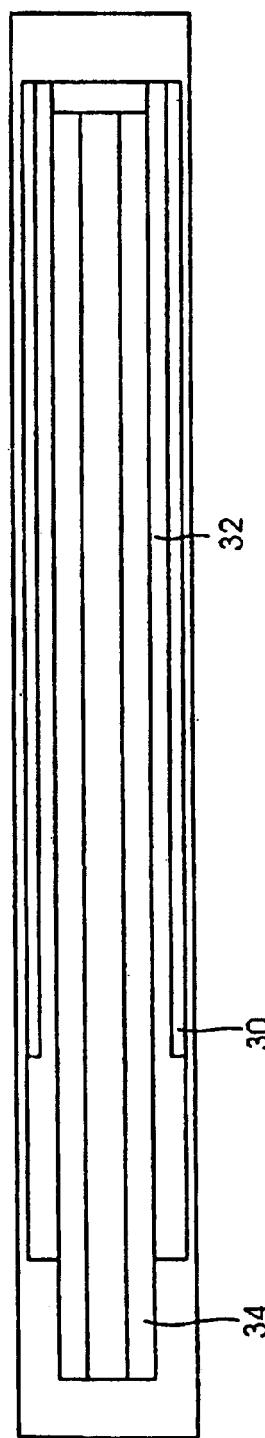
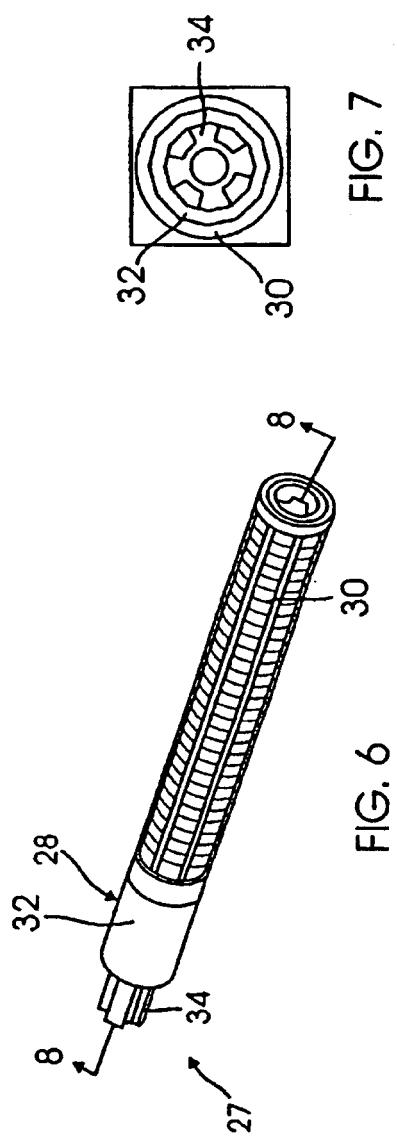
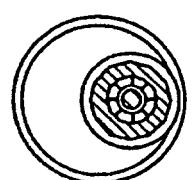
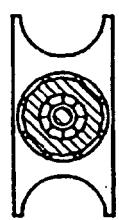
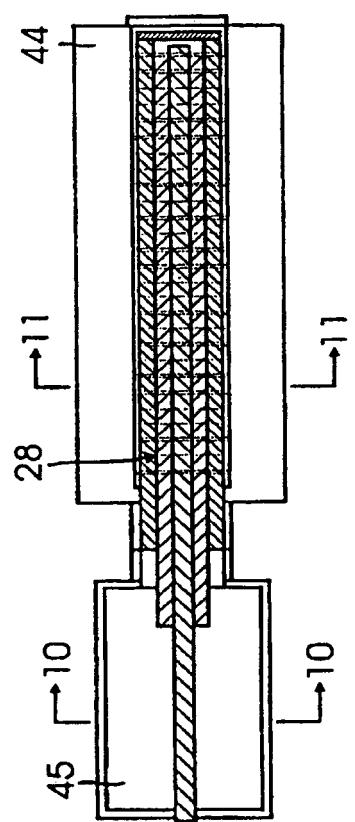
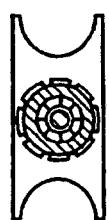
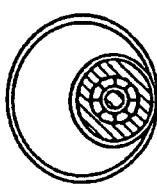
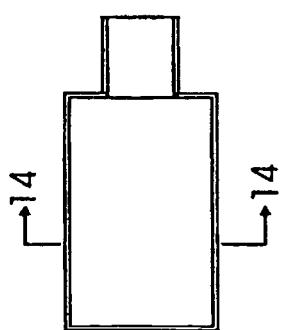
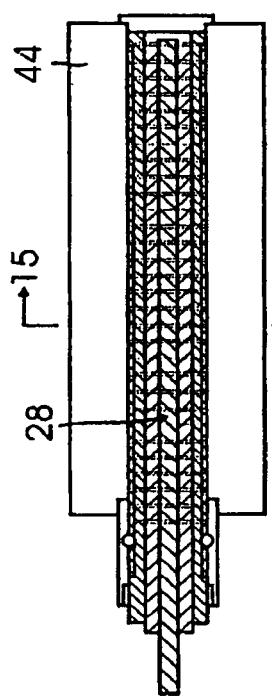


FIG. 5 (Técnica anterior)







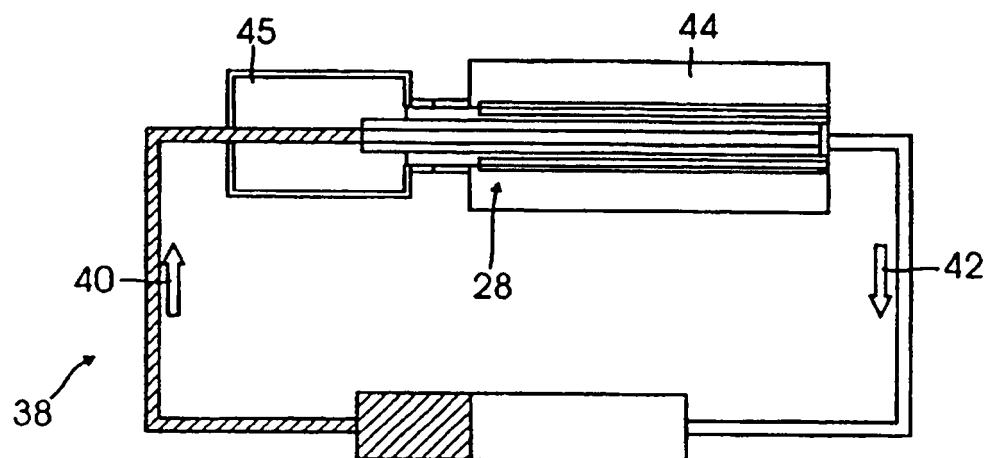


FIG. 16

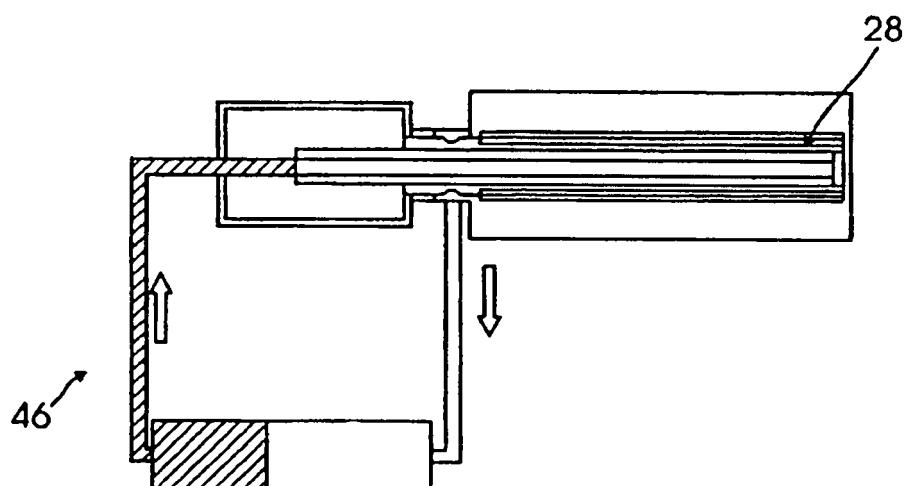


FIG. 17

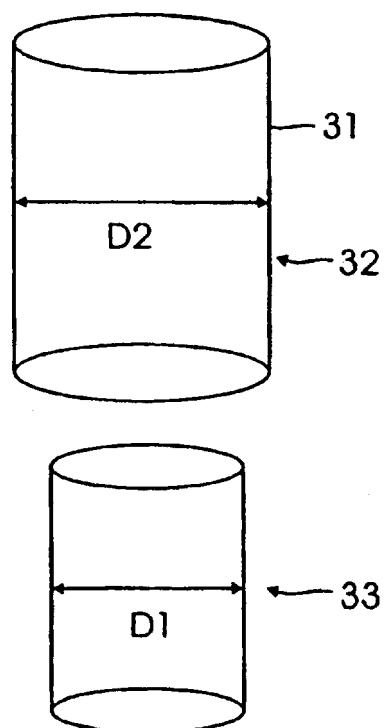


FIG. 18