

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 935**

51 Int. Cl.:

F28D 15/02 (2006.01)

F28D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2006 PCT/US2006/045545**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2007 WO07070243**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2006 E 06838482 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 1957925**

54 Título: **Sistema de transmisión de calor con evaporador**

30 Prioridad:

09.12.2005 US 275105

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

18.09.2017

73 Titular/es:

**ORBITAL ATK, INC. (100.0%)
45101 Warp Drive
Dulles, VA 20166, US**

72 Inventor/es:

**KHRUSTALEV, DMITRY;
COLOGER, PETE;
GARZON, JESSICA MARIA;
STOUFFER, CHARLES;
FEENAN, DAVE;
BAKER, JEFF y
BERES, MATTHEW C.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 632 935 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 transmisión de calor con evaporador

Campo técnico

5 La invención se refiere a un sistema de transmisión de calor y a un método para transmitir calor según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 20, como se conoce a partir del documento US 4 040 478 A.

Antecedentes

Los sistemas de transmisión de calor se usan para transportar calor de un lugar (la fuente de calor) a otro lugar (el disipador de calor). Los sistemas de transmisión de calor se pueden usar en equipos electrónicos, que requieren a menudo ser enfriados durante su funcionamiento.

10 Los Tubos de calor en bucle (LHP) y los Bucles bombeados por capilaridad (CPL) son ejemplos de sistemas de transmisión de calor en bucles de dos fases. Cada uno de estos sistemas incluye un evaporador acoplado térmicamente a la fuente de calor, un condensador acoplado térmicamente al disipador de calor, un fluido que circula entre el evaporador y el condensador, y un depósito de fluido para la expansión del fluido. El fluido dentro del sistema de transmisión de calor se puede denominar el fluido de trabajo. El evaporador incluye una mecha y un
15 núcleo que incluye un paso de flujo de fluido. El calor que adquiere el evaporador se transporta al condensador y se descarga mediante dicho condensador.

Estos sistemas utilizan la presión capilar, desarrollada en una mecha de poros finos dentro del evaporador, para favorecer la circulación del fluido de trabajo desde el evaporador hasta el condensador, y de vuelta al evaporador. Estos sistemas pueden incluir además una bomba mecánica que ayuda a la recirculación del fluido de vuelta al
20 evaporador desde el condensador.

El documento EP 0 363 721 A1 describe un intercambiador de calor con evaporador, al que se suministra, mediante una válvula auxiliar, un medio de evaporación desde un recipiente de almacenamiento. El dispositivo evaporador consiste en un tubo con una estructura capilar interna y nervios externos para la absorción de calor. El medio de evaporación se alimenta a un extremo del tubo, mientras que el otro extremo tiene orificios de una cubierta hidrófoba y una cazoleta de descarga de vapor de agua.
25

El documento US 3 741 289 A enseña un dispositivo de transmisión de calor que transmite calor a un disipador de calor por vaporización y condensación de un fluido de transmisión de calor dentro del dispositivo. Un primer paso está dispuesto para transportar vapor desde el vaporizador capilar hasta el disipador de calor. Otro paso, que es esencialmente una prolongación del primer paso, transporta líquido condensado desde el disipador de calor hasta el vaporizador.
30

El documento US 4 627 487 A enseña un sistema de tubos de calor que incluye un tubo de vapor y un tubo de retorno de líquido. El tubo de vapor y el tubo de retorno de líquido están conectados entre sí en un sistema totalmente cerrado y están interconectados por una pluralidad de conectores de estabilización. La pluralidad de conectores de estabilización están llenos de material de mecha para permitir la transferencia de líquido a través de los conectores de estabilización. El material de mecha forra también toda la superficie interior del tubo de vapor.
35

El documento US 4 040 478 A describe otro sistema de tubos de calor con un evaporador independiente.

Compendio

La invención está definida por un sistema de transmisión de calor según la reivindicación 1 y un método para transmitir calor según la reivindicación 20. Las realizaciones ventajosas están definidas en las reivindicaciones dependientes.
40

Otras características y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de transmisión de calor;

45 la figura 2 es una vista, en perspectiva, de un evaporador utilizado en el sistema de transmisión de calor de la figura 1;

la figura 3 es una vista, en perspectiva, de un soporte en cuna receptor de calor del evaporador de la figura 2;

la figura 4 es una vista, en perspectiva, de una pared de barrera del evaporador de la figura 2;

la figura 5 es una vista, en perspectiva y en despiece ordenado, de la pared de barrera de la figura 4;

la figura 6A es una vista, en corte transversal lateral, de una tapa extrema de la pared de barrera de la figura 4;

- la figura 6B es una vista, en perspectiva, de la tapa extrema de la figura 6A;
- la figura 7 es una vista, en corte transversal axial, de una parte del evaporador de la figura 2;
- la figura 8 es una vista, en perspectiva, de una mecha cilíndrica y de una pared de barrera cilíndrica del evaporador de la figura 2;
- 5 la figura 9 es una vista, en corte transversal axial, de una parte del evaporador de la figura 2;
- la figura 10A es una vista, en perspectiva, de la mecha cilíndrica de la figura 8;
- la figura 10B es una vista, en corte transversal axial, de la mecha cilíndrica de la figura 10A;
- la figura 10C es una vista, en corte transversal, de la mecha cilíndrica de la figura 10A;
- la figura 11 es una vista, en perspectiva, de una parte del evaporador de la figura 2;
- 10 las figuras 12 y 13A son vistas, en corte transversal axial, de partes del evaporador de la figura 2;
- la figura 13B es una vista esquemática de una parte del evaporador de la figura 13A;
- la figura 13C es una vista esquemática de una parte del evaporador de la figura 13A; y
- la figura 14 es una vista, en perspectiva, de un soporte en cuna receptor de calor que se puede usar en el evaporador de la figura 2.
- 15 Los símbolos de referencia semejantes en los diversos dibujos indican elementos semejantes.

Descripción detallada

Haciendo referencia a la figura 1, un sistema de transmisión de calor 100 incluye un evaporador 105, y un condensador 110 acoplado al evaporador 105 por una conducción de líquido 115 y una conducción de vapor 120. El condensador 110 está en comunicación térmica con un disipador de calor o un radiador y está unido hidráulicamente al subenfriador 125, y el evaporador 105 está en comunicación térmica con una fuente de calor (no mostrada). El sistema de transmisión de calor 100 incluye un depósito 130 acoplado a la conducción de líquido 115 para una contención adicional de presión, según sea necesario. El depósito 130 está unido hidráulicamente al condensador 110. El sistema de transmisión de calor 100 incluye también alguna clase de sistema de bombeo, tal como, por ejemplo, una bomba mecánica 135. Aunque el sistema 100 se muestra como que tiene un segundo evaporador 107, dicho sistema 100 puede estar diseñado con un único evaporador 105 o una pluralidad de evaporadores en una red hidráulica, como se describe en lo que sigue. En el diseño de la figura 1, los evaporadores 105, 107 están conectados en serie de manera que entra líquido en el evaporador 107 desde el condensador 110, sale a continuación del evaporador 107 y entra en el evaporador 105.

Se puede prestar asistencia al líquido suministrado a cada evaporador (desde el condensador o desde el evaporador previo en la red) mediante una bomba mecánica 135 para empujar líquido hacia los evaporadores. Los evaporadores en la red pueden estar conectados en serie con una tubería 145 que permite que el líquido desde el evaporador 107 circule al siguiente evaporador 105 en la serie. El líquido que sale del último evaporador 105 en la serie circula a través de una conducción 150 independiente entrando en el condensador 110, el depósito 130 o el subenfriador 125. Los conductos de vapor 220 de los evaporadores 105, 107 pueden estar unidos entre sí con una conducción de vapor 155 para formar eficazmente una única conducción de vapor que conduce el vapor generado por ambos evaporadores 105, 107 al condensador 110.

En general, la presión capilar desarrollada dentro del evaporador 105 impulsa un flujo de vapor y la condensación de vapor en la tubería, distribuida a través del condensador 110 y el subenfriador 125, rechaza el calor procedente de la fuente de calor. Adicionalmente, la bomba mecánica 135 ayuda a bombear líquido de vuelta hacia dentro del evaporador 105.

Si dos o más evaporadores 105, 107 se usan en el sistema 100, entonces, un regulador de contrapresión 140 o un regulador de flujo (no mostrado) se puede usar en dicho sistema 100 para conseguir flujo uniforme de fluido a fin de mantener un funcionamiento más estable. Como se muestra en la figura 1, el regulador de contrapresión 140 está situado en la conducción de vapor 120, antes del condensador 110. El regulador de flujo está situado en la conducción de líquido 115, entre el condensador 110 y el primer evaporador en la serie de evaporadores.

Haciendo referencia a la figura 2, el evaporador 105 incluye una pared de barrera 200 para encerrar el fluido de trabajo dentro de dicho evaporador 105, un soporte en cuna receptor de calor 205 que cubre, al menos, parte de la superficie exterior de la pared de barrera 200, una mecha cilíndrica (no mostrada en la figura 2, pero mostrada en las figuras 7-10C) dentro de la pared de barrera 200, un conducto de entrada de líquido 210 que se extiende a través de la pared de barrera 200 y a través de la mecha cilíndrica, un conducto de salida de líquido 215 que se extiende a través de la pared de barrera 200 y entra en la mecha cilíndrica y un conducto de vapor 220 que se extiende a través

de la pared de barrera 200. El evaporador 105 puede estar realizado para soportar una carga térmica de 800 W (que puede estar distribuida como 400 W sobre una superficie del evaporador 105 y como 400 W sobre otra superficie del evaporador 105), y tener una conductancia térmica de aproximadamente 30 W/K o más. Además, el amoníaco es particularmente útil como fluido de trabajo cuando el evaporador 105 funciona en el intervalo de temperaturas de -40°C a +100°C, al menos en parte, puesto que el amoníaco se comporta bien en este intervalo de temperaturas.

Haciendo referencia también a la figura 3, el soporte en cuna receptor de calor 205 tiene, al menos, una superficie exterior 300 que está configurada para recibir calor de manera eficiente desde la fuente de calor. Por ejemplo, si la fuente de calor es una fuente de calor plana, entonces, la superficie receptora de calor 300 puede estar configurada como una superficie plana que permite buena conductancia térmica entre la superficie 300 y la fuente de calor. El soporte en cuna receptor de calor 205 puede tener dos superficies exteriores 300 para recibir calor desde una fuente de calor con varias superficies o para recibir calor desde dos o tres fuentes de calor diferentes. El soporte en cuna receptor de calor 205 tiene una superficie interior 305 con una forma que es complementaria a la forma de la pared de barrera 200. Como se muestra, la superficie interior 305 es cilíndrica. Además, el soporte en cuna receptor de calor 205 define una abertura axial 310 a lo largo de un lado del soporte en cuna 205. La abertura axial 310 permite un montaje más fácil o más conveniente del soporte en cuna con el evaporador que tiene los conductos 210, 215, 220 soldados a la pared de barrera 200. En una implementación, el soporte en cuna receptor de calor 205 está realizado de un material que tiene un coeficiente de expansión térmica por debajo de aproximadamente 9,0 ppm/K a 20°C y está realizado de un material que está dentro de aproximadamente 2 veces la magnitud del coeficiente de expansión térmica de la fuente de calor aplicada al soporte en cuna receptor de calor 205. Por ejemplo, si la fuente de calor tiene un CTE de aproximadamente 3 ppm/K a 20°C, entonces, el soporte en cuna receptor de calor puede estar realizado de aproximadamente un 99,5% de óxido de berilio (BeO), que tiene un coeficiente de expansión térmica de aproximadamente 6,4 ppm/K a 20°C. Además, el BeO tiene una conductividad térmica de casi aproximadamente 250 W/(m-K). El soporte en cuna receptor de calor 205 puede estar también chapado con níquel (Ni) o cualquier otro material conductor adecuado. El soporte en cuna receptor de calor 205 puede estar fabricado mediante moldeo o mecanizado.

Haciendo referencia también a las figuras 4 y 5, la pared de barrera 200 puede estar configurada como una carcasa estanca al vacío que contiene el fluido de trabajo y que está en contacto térmico íntimo con el soporte en cuna receptor de calor 205. La pared de barrera 200 incluye una pared de barrera cilíndrica 400 y un conjunto de tapas extremas 405 que ajustan en un extremo 410 de la pared de barrera cilíndrica 400. La pared de barrera cilíndrica 400 incluye una superficie interior 510 que define una abertura axial central 515 para recibir la mecha cilíndrica (como se muestra en las figuras 7-10C), y una superficie cilíndrica exterior 505 que está dimensionada para ajustar dentro del soporte en cuna receptor de calor 205 y contactar con la superficie interior 305. La pared de barrera cilíndrica 400 está unida de modo metalúrgico, por ejemplo, mediante soldadura, al soporte en cuna receptor de calor 205 por toda su longitud. La resistencia térmica en la superficie de contacto de la soldadura es menor que aproximadamente 0,1 K-cm²/W, lo que da como resultado una diferencia de temperaturas correspondiente menor que aproximadamente 5 K para un flujo calorífico de aproximadamente 50 W/cm². La pared de barrera cilíndrica 400 está también configurada para definir unos agujeros 420, 425, 430 a través de los que pasan los conductos 210, 220, 215 respectivos. Los agujeros 420, 425, 430 están dimensionados para alojar el diámetro exterior de los conductos 210, 220, 215 respectivos. La pared de barrera cilíndrica 400 está realizada de cualquier material adecuado para una contención de fluido, tal como, por ejemplo, níquel.

Haciendo referencia también a las figuras 6A, 6B y 7, las tapas extremas 405 incluyen una superficie plana interior 600, una superficie plana exterior 605, una superficie cilíndrica exterior 610 y una superficie cónica 615. La anchura 620 entre la superficie plana interior 600 y la superficie plana exterior 605 puede ser aproximadamente 0,25 mm. Como se ha mencionado, las tapas extremas 405 ajustan dentro del extremo de la pared de barrera cilíndrica 400 de manera que la superficie plana exterior 605 y la superficie cilíndrica exterior 610 son externas a la abertura axial central 515, la superficie cónica 615 se apoya contra la abertura axial central 515 y la superficie plana interior 600 contacta con el extremo de la pared de barrera cilíndrica 400. Las tapas extremas 405 están fijadas al extremo de la pared de barrera cilíndrica 400 por una soldadura 700 de manera que dichas tapas extremas 405 cierran herméticamente el fluido de trabajo dentro de dicha pared de barrera cilíndrica 400. La soldadura 700 se extiende desde la pared de barrera cilíndrica 400 sobre la superficie cilíndrica exterior 610. Las tapas extremas 405 pueden estar realizadas de acero inoxidable o de cualquier material adecuado que se pueda fijar a la pared de barrera cilíndrica 400.

Haciendo referencia también a las figuras 8, 9, 10A, 10B y 10C, el evaporador 105 incluye la mecha cilíndrica 800 que está alojada dentro de la abertura axial central 515 de la pared de barrera cilíndrica 400. La mecha cilíndrica 800 incluye una superficie exterior 805 que está conformada para ajustar dentro de la abertura axial central 515. La superficie interior 510, que define la abertura axial central 515, puede estar escariada y pulida y la superficie exterior 805 de la mecha puede estar mecanizada para facilitar el contacto térmico entre la mecha 800 y la pared de barrera cilíndrica 400.

La mecha cilíndrica 800 incluye también una superficie interior 815, que define un canal axial central 820 que retiene fluido de trabajo, y unas superficies laterales 810, que conectan la superficie interior 815 a la superficie exterior 805. Puesto que la superficie interior 815 es más corta en la dirección axial que la superficie exterior 805, las superficies laterales 810 están en ángulo para recibir las tapas extremas 405. Además, puesto que las tapas extremas 405

están conformadas de modo cónico y tienen una anchura 620 que es delgada con relación al lado total de las tapas extremas 405, la superficie exterior 805 de la mecha 800 se extiende desde o cerca de un borde de la pared de barrera cilíndrica 400 hasta o cerca de otro borde de la pared de barrera cilíndrica 400, tal como, por ejemplo, hasta un intervalo de 0,25 mm del borde de la pared de barrera cilíndrica 400. Configurado como tal, el líquido de trabajo dentro del evaporador 105 puede circular a través de toda la longitud de la pared de barrera cilíndrica 400, que recibe el calor a través del soporte en cuna receptor de calor 205.

La mecha 800 incluye también unas acanaladuras de vapor circunferenciales 825 formadas en la superficie exterior 805, y envolviendo dicha superficie, y al menos un canal axial exterior de vapor 830 formado en la superficie exterior 805. Las acanaladuras de vapor circunferenciales 825 están conectadas para circulación de fluido al canal axial exterior de vapor 830, que se conecta a un paso de conducto de vapor 835. Haciendo referencia también a la figura 10D, la mecha 800 está realizada de un material que tiene poros 1000 con unos radios 1005 para favorecer el flujo capilar del líquido. Los radios 1005 pueden ser desde aproximadamente uno a varios micrómetros y, en una implementación en la que la mecha 800 está realizada de titanio, los poros 1000 tienen unos radios 1005 de aproximadamente 1,5 μm .

El paso de conducto de vapor 835 está acoplado para circulación de fluido al conducto de vapor 220. El conducto de vapor 220 se extiende a través del agujero 425 de la pared de barrera cilíndrica 400 y finaliza adyacente al paso de conducto de vapor 835 de la mecha 800. El conducto de vapor 220 está cerrado herméticamente a la pared de barrera cilíndrica 400, soldando dicho conducto de vapor 220 a dicha pared de barrera cilíndrica 400 en el agujero 425. El conducto de vapor 220 puede ser un tubo de pared única realizado de un material que es adecuado para el cierre hermético, tal como acero inoxidable.

La mecha incluye también unos pasos de conducto de líquido 840, 845 que están acoplados para circulación de fluido, respectivamente, a los conductos de líquido 210, 215 de manera que dichos conductos de líquido 210, 215 se extienden a través de los pasos 840, 845 y se abren al canal axial central 820. Haciendo referencia también a las figuras 11-13, cada uno de los conductos de líquido 210, 215 está diseñado como un conjunto de doble pared que tiene un tubo interior 1100 y un manguito exterior 1105, donde el tubo interior está dentro del manguito exterior 1105 y tanto el tubo interior 1100 como el manguito exterior 1105 se extienden a lo largo del eje del conducto de líquido 210, 215. Una primera zona 1110 del tubo interior 1100 está fijada y cerrada herméticamente al manguito exterior 1105 mediante, por ejemplo, soldadura del tubo interior 1100 al manguito exterior 1105 en la primera zona 1110. Una segunda zona 1115 del tubo interior 1100 está sellada a la mecha 800. Haciendo referencia también a la figura 13B, la segunda zona 1115 del tubo interior 1100 está sellada a la mecha cilíndrica 800 de tal manera que un intersticio 1010 entre el tubo interior 1100 (en la segunda zona 1115) y la mecha cilíndrica 800 es menor que el radio 1005 de los poros 1000 dentro de la mecha cilíndrica 800. Por ejemplo, la segunda zona 1115 puede estar soldada directamente a la mecha 800, la segunda zona 1115 puede estar comprimida mecánicamente a la mecha 800 o la segunda zona 1115 puede estar ajustada a presión a la mecha. El manguito exterior 1105 está fijado a la pared de barrera cilíndrica 400 mediante, por ejemplo, soldadura. La primera zona 1110 del tubo interior 1100 puede estar realizada de un primer metal, tal como acero inoxidable, y la segunda zona 1115 del tubo interior 1100 puede estar realizada de un segundo metal, tal como titanio o cualquier material adecuado para sellarse a la mecha 800. La primera zona 1110 se puede unir con la segunda zona 1115 usando una técnica de soldadura por fricción en la que se forma una unión metalúrgica entre la primera zona 1110 y la segunda zona 1115. El manguito exterior 1105 puede estar realizado de acero inoxidable o níquel.

El evaporador 105 incluye también un conjunto de tapones 850 que ajustan dentro del canal axial central 820. Los tapones 850 están realizados de un material macizo que es compatible para su fijación a la mecha 800, por ejemplo, si la mecha está realizada de titanio, los tapones 850 pueden estar realizados de titanio o de cualquier material adecuado para sellarse a la mecha 800. Los tapones 850 pueden estar soldados directamente a la mecha 800, los tapones 850 pueden estar comprimidos mecánicamente dentro de la mecha 800 o los tapones 850 pueden ajustar a presión dentro de la mecha 800. Los tapones 850 están fijados a la superficie interior 815 de la mecha 800 mediante soldadura o cualquier otro mecanismo apropiado de sellado que impida que cualquier fluido circule entre los tapones 850 y la mecha. Haciendo referencia también a la figura 13C, el tapón 850 está fijado a la mecha cilíndrica 800 de tal manera que un intersticio 1050 entre dicho tapón 850 y dicha mecha cilíndrica 800 es menor que el radio 1005 de los poros 1000 dentro de la mecha cilíndrica 800.

En funcionamiento, el sistema de transmisión de calor 100 transmite calor, desde una fuente de calor adyacente al soporte en cuna receptor de calor 205, del evaporador 105 al condensador 110. Un fluido de trabajo desde el condensador 110 circula a través del conducto de entrada de líquido 210, a través del paso de conducto de líquido 840 de la mecha 800 y entra en el canal axial central 820, que actúa como un canal de flujo de líquido. El líquido circula a través de la mecha 800 mientras el calor se aplica o entra en el soporte en cuna receptor de calor 205 y, por lo tanto, en la superficie cilíndrica exterior 505 de la pared de barrera cilíndrica 400. El líquido se evapora, formando vapor que está libre para circular a lo largo de las acanaladuras de vapor circunferenciales 825, a lo largo del canal axial exterior de vapor 830 (véase la figura 10C), del paso de conducto de vapor 835 y del conducto de vapor 220 a la conducción de vapor 120. Sustancialmente, toda la superficie cilíndrica exterior 505 de la pared de barrera cilíndrica 400 actúa como una superficie de absorción de calor, puesto que la mecha 800 está diseñada para extenderse hasta casi el extremo de la pared de barrera cilíndrica 400, permitiendo así la transmisión de calor en el extremo.

- Como se ha mencionado anteriormente en la figura 1, varios evaporadores, que tienen el diseño del evaporador 105, pueden estar conectados a una red de flujo de fluido en el sistema de transmisión de calor 100. Estos evaporadores 105 diversos pueden estar conectados en serie (como se muestra en la figura 1) o en paralelo de tal manera que el líquido de trabajo puede entrar y salir de cada evaporador a través de los conductos de líquido. Se muestra una red de flujo de fluido en paralelo, por ejemplo, en la figura 7 de la solicitud de EE. UU. número 10/602.022, que se incorpora en la presente memoria por referencia en su totalidad. El caudal másico de líquido que entra en los evaporadores de la red está controlado por el sistema de bombeo. El caudal másico de líquido que entra en uno de los evaporadores de la red debería exceder el caudal másico de vapor que sale de ese evaporador, de manera que el caudal másico de líquido que sale de cada evaporador es mayor que cero.
- 5
- 10 Otras implementaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.
- Los materiales para el evaporador 105 se pueden elegir a fin de mejorar el comportamiento en el funcionamiento de dicho evaporador 105 para un intervalo particular de temperaturas de funcionamiento.
- Como se ha mencionado, la mecha cilíndrica 800 puede estar realizada de cualquier material poroso adecuado, tal como, por ejemplo, níquel, acero inoxidable, Teflón poroso o polietileno poroso.
- 15 En otra implementación, el sistema de bombeo para el sistema de transmisión de calor 100 puede incluir un bucle secundario que incluye un evaporador secundario. Adicionalmente, el evaporador 105 puede incluir una mecha secundaria para barrer burbujas de vapor hacia fuera de la mecha y hacia dentro del bucle secundario. De este modo, las burbujas de vapor que se forman dentro del canal axial central 820 se pueden barrer hacia fuera del canal 820 a través de un paso de vapor y hacia dentro de una salida de fluido. En tal diseño, la mecha secundaria actúa para separar el vapor y el líquido dentro del canal axial central 820 de la mecha 800. Tal diseño se muestra, por ejemplo, en la solicitud de EE. UU. número 10/602.022.
- 20
- Haciendo referencia a la figura 14, un soporte en cuna receptor de calor 1405 puede estar diseñado con unas aberturas 1410, 1415, 1420 discretas a lo largo de un lado 1425 del soporte en cuna. Las aberturas 1410, 1415, 1420 discretas están alineadas, respectivamente, con los conductos 210, 215, 220 para permitir que los mismos se extiendan a través del soporte en cuna receptor de calor 1405.
- 25
- El depósito 130 puede estar derivado en frío hacia el condensador 110 o el radiador 125, y puede estar controlado con calentamiento adicional.
- En vez de realizar la tapa 405 y el tapón 850 como piezas independientes, la tapa y el tapón pueden estar realizados como una pieza integral. Por ejemplo, la tapa puede incluir un saliente de tapón dentro de la abertura axial central y que está fijado a la mecha cilíndrica.
- 30
- Las acanaladuras de vapor circunferenciales no tienen que estar formadas exclusivamente en la superficie exterior de la mecha. Las acanaladuras de vapor circunferenciales pueden estar definidas a lo largo de la superficie de contacto entre la mecha y la pared de barrera cilíndrica. Por ejemplo, las acanaladuras de vapor circunferenciales pueden estar formadas en la superficie interior de la pared de barrera cilíndrica, pero no en la superficie exterior de la mecha. Como otro ejemplo, las acanaladuras de vapor circunferenciales pueden estar parcialmente formadas en la superficie interior de la pared de barrera cilíndrica y parcialmente formadas en la superficie exterior de la mecha.
- 35
- El canal axial exterior de vapor no tiene que estar formado exclusivamente en la superficie exterior de la mecha. El canal axial exterior de vapor puede estar definido a lo largo de la superficie de contacto entre la mecha y la pared de barrera cilíndrica. Por ejemplo, el canal axial exterior de vapor puede estar formado en la superficie interior de la pared de barrera cilíndrica, pero no en la superficie exterior de la mecha. Como otro ejemplo, el canal axial exterior de vapor puede estar parcialmente formado en la superficie interior de la pared de barrera cilíndrica y parcialmente formado en la superficie exterior de la mecha.
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transmisión de calor, que comprende:

al menos un evaporador (105), que comprende:

5 una pared de barrera cilíndrica (400) que define una abertura axial central (515) y una superficie cilíndrica exterior (505), teniendo la pared de barrera cilíndrica (400) una cierta longitud, un primer extremo axial y un segundo extremo axial;

una tapa (405) que ajusta en un extremo de la pared de barrera cilíndrica (400), incluyendo la tapa (405) una superficie exterior que es externa a la abertura axial central (515) y una superficie interior que se apoya contra la abertura axial central (515);

10 una mecha cilíndrica (800) dispuesta dentro de la abertura axial central (515), que tiene una superficie interior (510) que define un canal axial central (820) y que se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la pared de barrera cilíndrica (400) desde el primer extremo axial hasta el segundo extremo axial;

estando el sistema de transmisión de calor caracterizado por:

15 una parte de la superficie cilíndrica exterior (505) que define un conducto de entrada de líquido (210) que se extiende a través de la superficie cilíndrica exterior de la pared de barrera cilíndrica (400) y a través de la mecha cilíndrica (800) hasta el canal axial central (820) definido por la superficie interior (510) de la mecha cilíndrica (800);

un conducto de salida de líquido (215) que se extiende a través de la pared de barrera cilíndrica (400) y a través de la mecha cilíndrica (800) hasta el canal axial central (820) definido por la superficie interior (510) de la mecha cilíndrica (800); y

20 un conducto de vapor (220) que se extiende a través de la pared de barrera cilíndrica (400) hasta un canal de extracción de vapor que está definido en una superficie de contacto entre la mecha cilíndrica (800) y la pared de barrera cilíndrica (400).

2. El sistema según la reivindicación 1, en el que el canal de extracción de vapor comprende:

25 al menos un canal axial exterior de vapor (830) formado en la superficie exterior (805) de la mecha cilíndrica (800), estando dicho al menos un canal axial exterior de vapor (830) en comunicación de fluido con el conducto de vapor (220); y

unas acanaladuras de vapor circunferenciales (825) formadas en la superficie exterior (805) de la mecha cilíndrica (800), y envolviendo dicha superficie, estando las acanaladuras de vapor circunferenciales (825) conectadas para circulación de fluido al canal axial exterior de vapor (830).

30 3. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un manguito (1105) que está fijado a cada uno del conducto de entrada de líquido (210) y del conducto de salida de líquido (215) de la pared de barrera cilíndrica (400).

4. El sistema según la reivindicación 3, en el que el manguito (1105) está soldado a la pared de barrera cilíndrica (400) en la superficie cilíndrica exterior (505).

35 5. El sistema según la reivindicación 1, en el que cada uno del conducto de entrada de líquido (210) y del conducto de salida de líquido (215) comprende además:

un manguito exterior (1105) que define un eje de manguito; y

un tubo (1100) dentro del manguito exterior (1105) y que se extiende a lo largo del eje de manguito; en el que:

una primera zona (1110) del tubo (1100) está fijada al manguito exterior (1105) y una segunda zona (1115) del tubo (1100) está fijada a la mecha cilíndrica (800); y

40 el manguito exterior (1105) del conducto de entrada de líquido (210) está fijado al conducto de entrada de líquido (210) de la pared de barrera cilíndrica (400) y el manguito exterior (1105) del conducto de salida de líquido (215) está fijado al conducto de salida de líquido (215) de la pared de barrera cilíndrica (400).

45 6. El sistema según la reivindicación 5, en el que la segunda zona (1115) del tubo (1100) está sellada a la mecha cilíndrica (800) de tal manera que un espacio (1010) entre el tubo (1100) en la segunda zona (1115) y la mecha cilíndrica (800) es menor que un radio de los poros (1000) dentro de la mecha cilíndrica (800).

7. El sistema según la reivindicación 5, en el que:

el tubo (1100) está realizado de un primer metal en la primera zona (1110) y el tubo (1100) está realizado de un segundo metal en la segunda zona (1115);

la primera zona (1110) del tubo (1100) está soldada al manguito exterior (1105); y

la segunda zona (1115) del tubo (1100) está soldada a la mecha cilíndrica (800).

5 8. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un soporte en cuna receptor de calor (205) que cubre, al menos, parte de la superficie cilíndrica exterior (505) de la pared de barrera cilíndrica (400), en el que el soporte en cuna receptor de calor (205) está realizado de un material que tiene un coeficiente de expansión térmica de aproximadamente 2 veces la magnitud del coeficiente de expansión térmica de la fuente de calor aplicada al evaporador (105).

10 9. El sistema según la reivindicación 2, que comprende además un paso de conducto de vapor (835) formado en la mecha cilíndrica (800), en el que el canal axial exterior de vapor (830) está conectado al paso de conducto de vapor (835) y en el que el conducto de vapor (220) se extiende a través de la pared de barrera cilíndrica (400) y finaliza adyacente al paso de conducto de vapor (835) de la mecha cilíndrica (800).

15 10. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un condensador (110), y en el que dicho al menos un evaporador (105) incluye, al menos, dos evaporadores (105, 107) conectados para circulación de fluido entre sí, en el que al menos uno de dichos al menos dos evaporadores (105, 107) está acoplado a una conducción de líquido (115) que está acoplada al condensador (110) y en el que otro evaporador (105) de dichos al menos dos evaporadores (105, 107) está acoplado a una conducción de vapor (120) que está acoplada para circulación de fluido al condensador (110).

11. El sistema según la reivindicación 10, que comprende además un sistema de bombeo (135) acoplado al condensador (110) y al evaporador (105).

20 12. El sistema según la reivindicación 11, en el que el sistema de bombeo (135) incluye una bomba mecánica dentro de la conducción de líquido (115).

13. El sistema según la reivindicación 11, en el que el sistema de bombeo (135) incluye un bucle secundario pasivo de transmisión de calor que incluye un evaporador secundario (105).

25 14. El sistema según la reivindicación 10, en el que dichos al menos dos evaporadores (105, 107) están conectados en serie de manera que el fluido de trabajo es capaz de entrar y salir de cada evaporador (105, 107) a través de su conducto de líquido (210, 215) asociado.

15. El sistema según la reivindicación 14, que comprende además un depósito (130), en el que el líquido que sale del último evaporador (105) en la serie circula a través de una conducción (150) independiente entrando en el condensador (110) o el depósito de fluido (130).

30 16. El sistema según la reivindicación 14, en el que cada evaporador (105) incluye un conducto de vapor (220), estando cada conducto de vapor (220) unido conjuntamente para formar una única conducción de vapor (120) que está acoplada al condensador (110).

35 17. El sistema según la reivindicación 10, en el que el caudal másico de líquido hacia dentro de cada evaporador (105) excede el caudal másico de vapor que viene de cada evaporador (105), de manera que el caudal másico de líquido que viene de cada evaporador (105) es mayor que cero.

18. El sistema según la reivindicación 10, que comprende además un depósito de fluido (130) que está unido hidráulicamente al condensador (110).

19. El sistema según la reivindicación 1, en el que la superficie interior (615) de la tapa (405) presenta una forma geométrica sustancialmente cónica.

40 20. Un método para transmitir calor, comprendiendo el método:

hacer circular líquido a través de un canal de flujo de líquido (820) que está definido dentro de una mecha cilíndrica (800) dispuesta dentro de una pared de barrera cilíndrica (400);

hacer circular el líquido desde el canal de flujo de líquido (820) a través de la mecha cilíndrica (800);

estando el método caracterizado por:

45 suministrar líquido al canal de flujo de líquido (820) definido dentro de la mecha cilíndrica (800) a través de un conducto de entrada de líquido (210) que se extiende a través de la pared de barrera cilíndrica (400) y a través de la mecha cilíndrica (800) hasta el canal de flujo de líquido (820) definido dentro de la mecha cilíndrica (800);

50 extraer líquido del canal de flujo de líquido (820) definido dentro de la mecha cilíndrica (800) a través de un conducto de salida de líquido (215) que se extiende a través de la pared de barrera cilíndrica (400) y a través de la mecha cilíndrica (800) hasta el canal de flujo de líquido (820) definido dentro de la mecha cilíndrica (800);

hacer que se evapore, al menos, algo del líquido en un canal de extracción de vapor (830) que está definido en una superficie de contacto entre la mecha cilíndrica (800) y la pared de barrera cilíndrica (400);

5 extraer vapor del canal de extracción de vapor (830) en un conducto de vapor (220) que se extiende a través de la pared de barrera cilíndrica (400) hasta la superficie de contacto entre la mecha cilíndrica (800) y la pared de barrera cilíndrica (400); e

introducir energía calorífica en una superficie exterior de absorción de calor (300) de una pared de barrera cilíndrica (400), en el que la superficie exterior de absorción de calor (300) se extiende por toda la longitud de la pared de barrera cilíndrica (400).

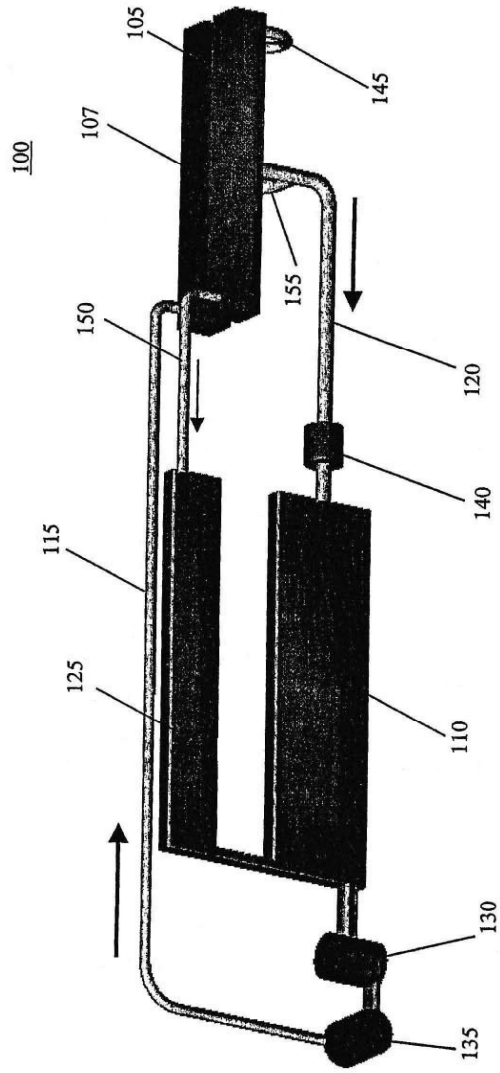


Fig. 1

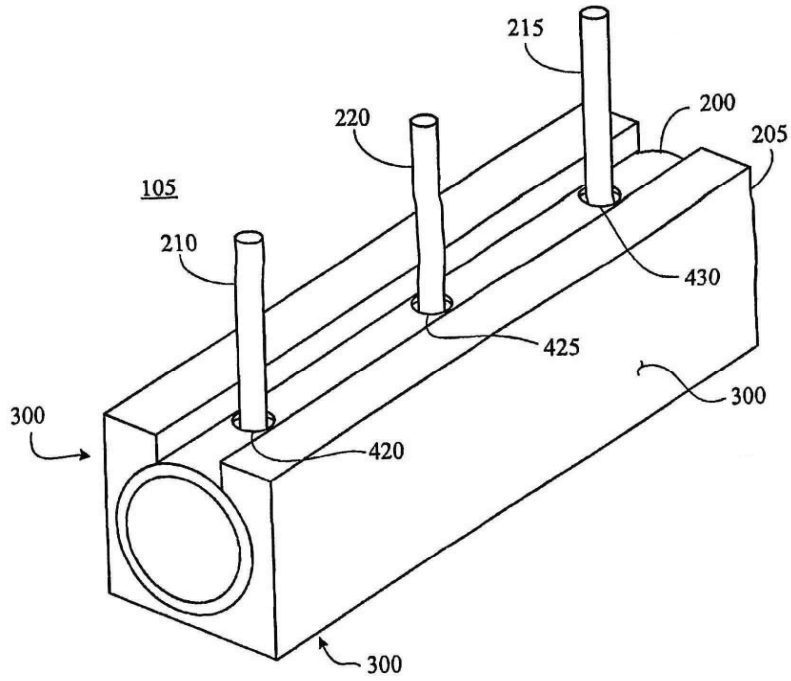


Fig. 2

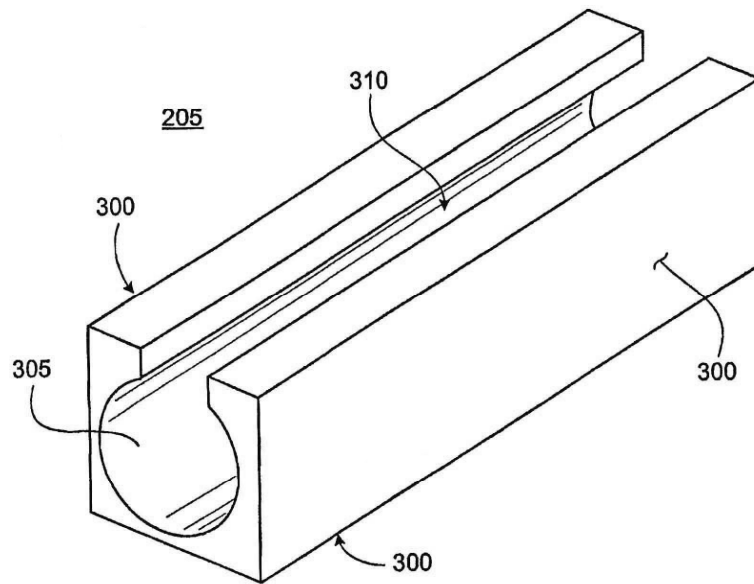


Fig. 3

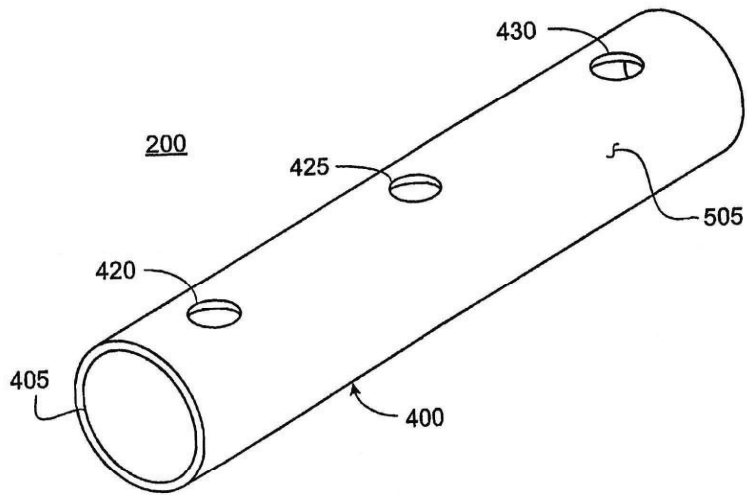


Fig. 4

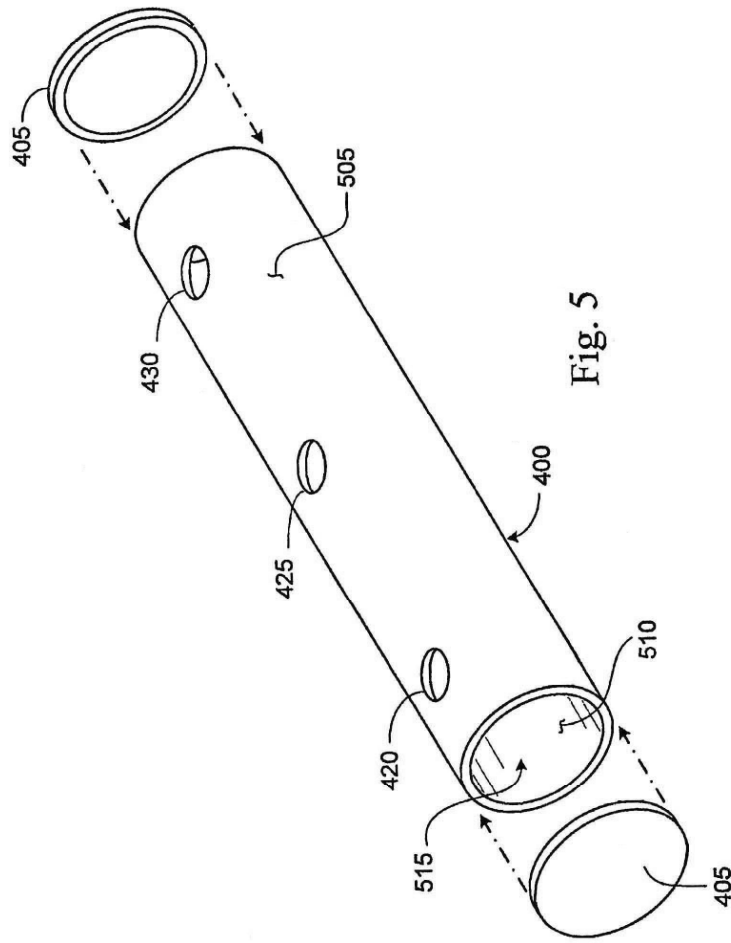


Fig. 5

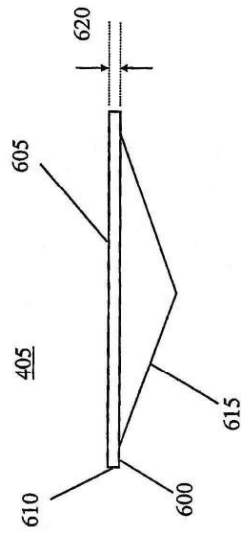


Fig. 6A

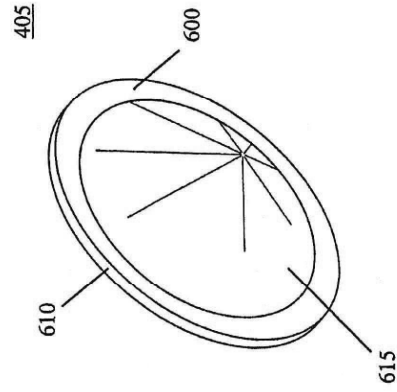


Fig. 6B

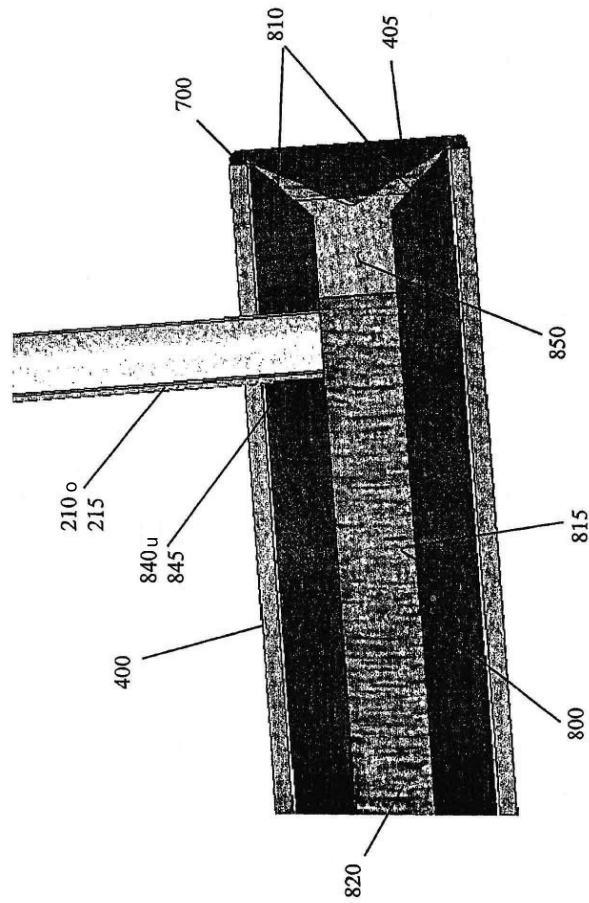


Fig. 7

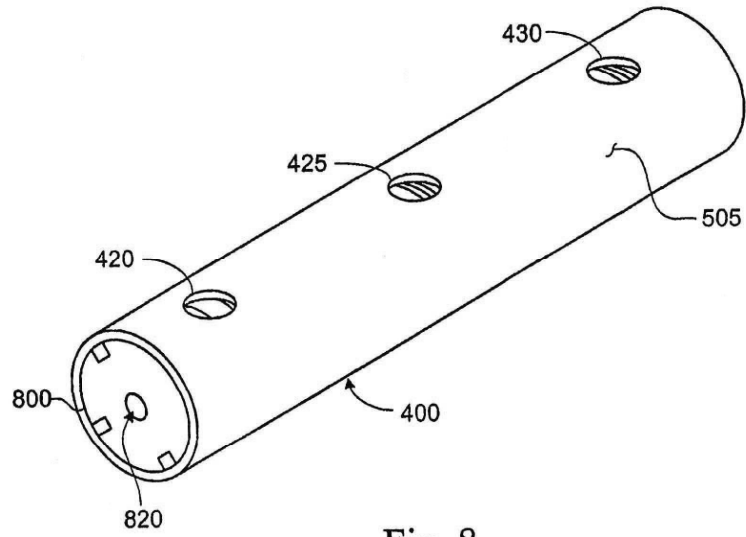


Fig. 8

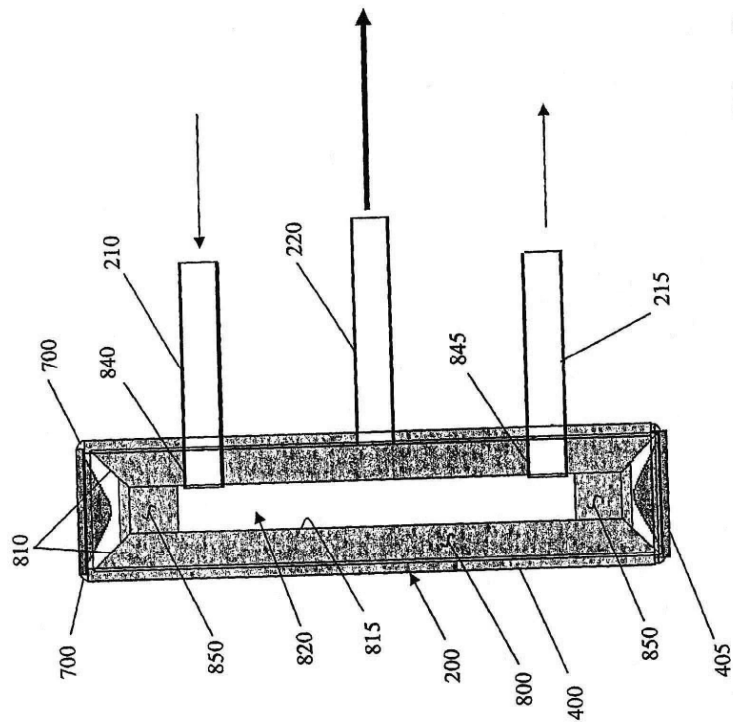


Fig. 9

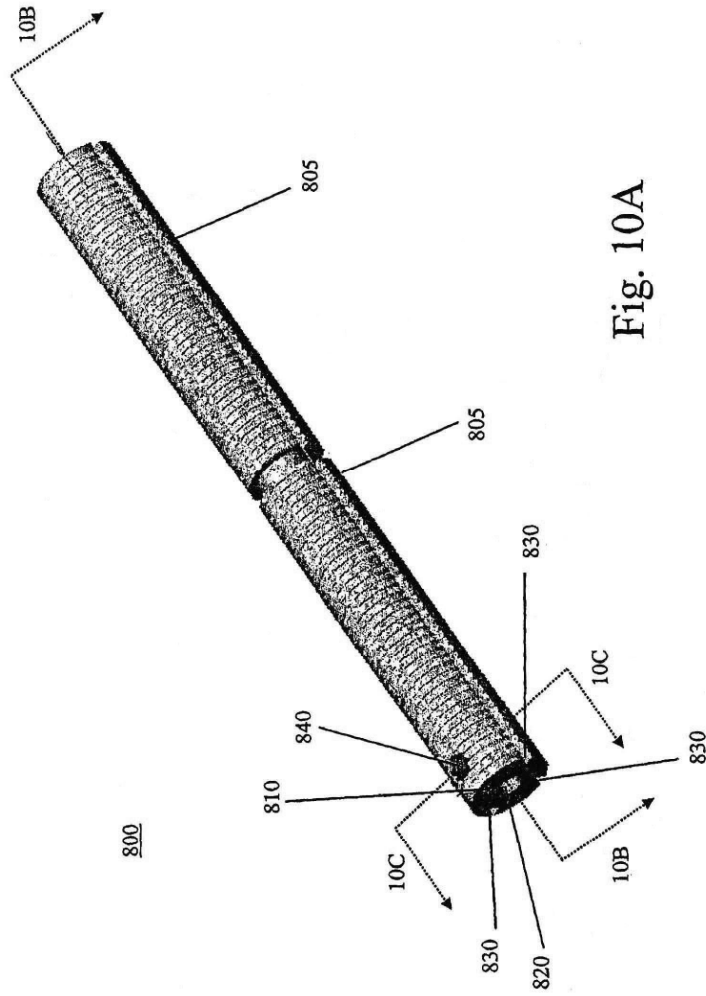
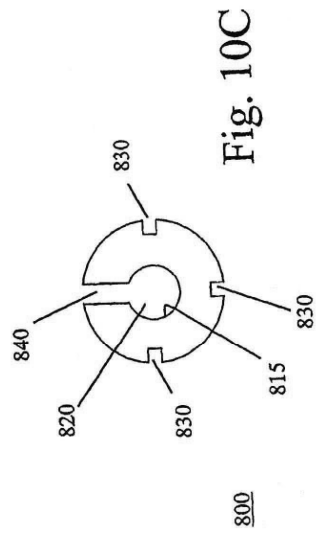
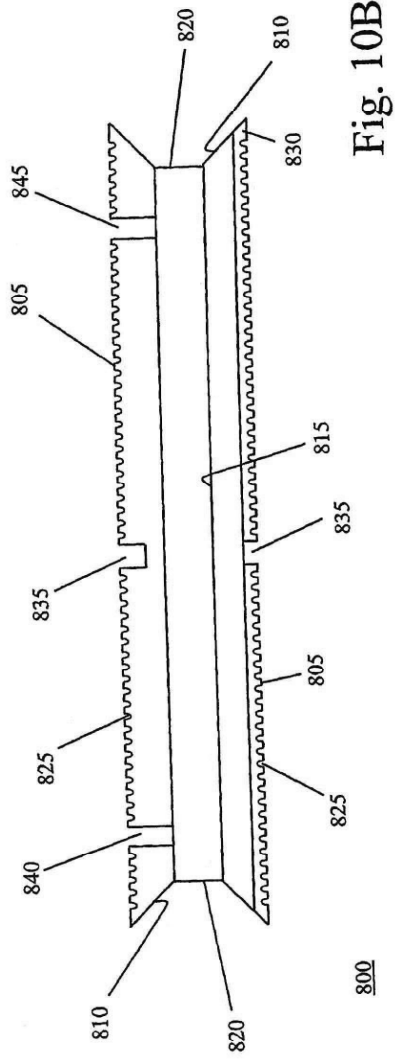
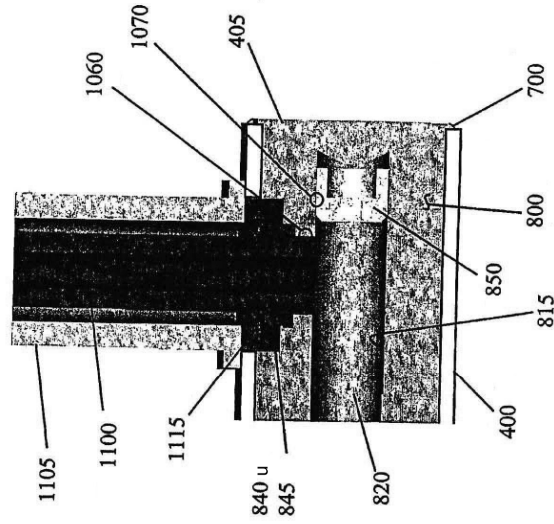
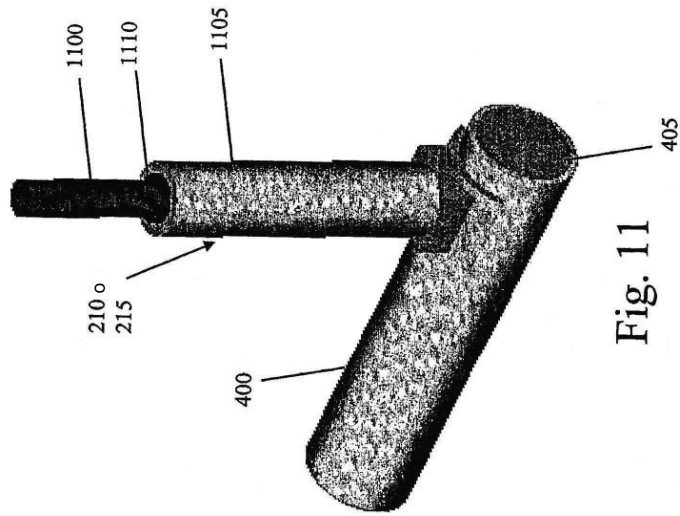
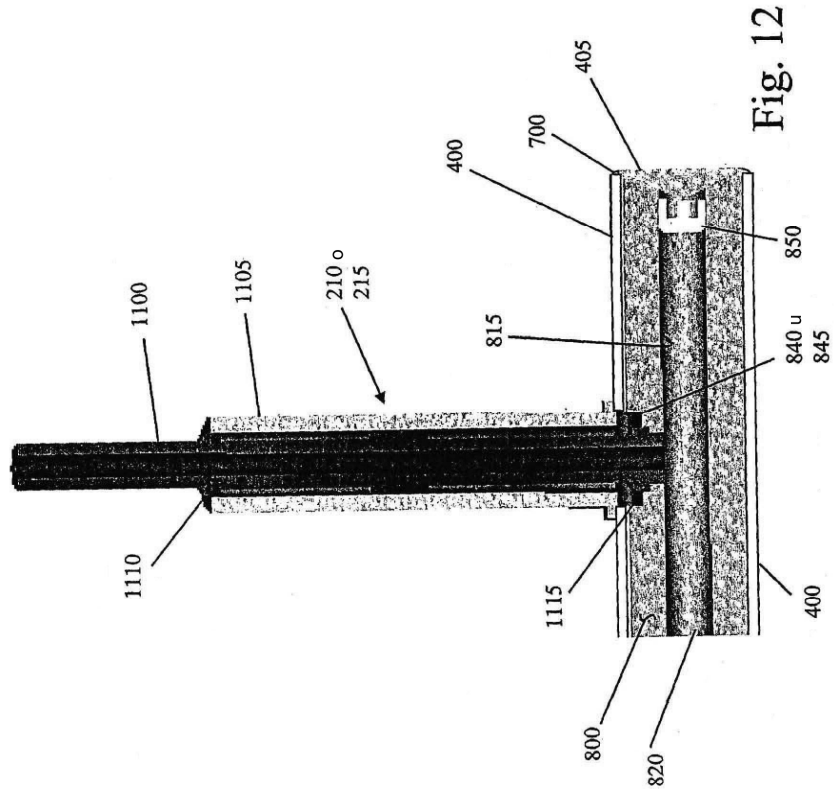


Fig. 10A







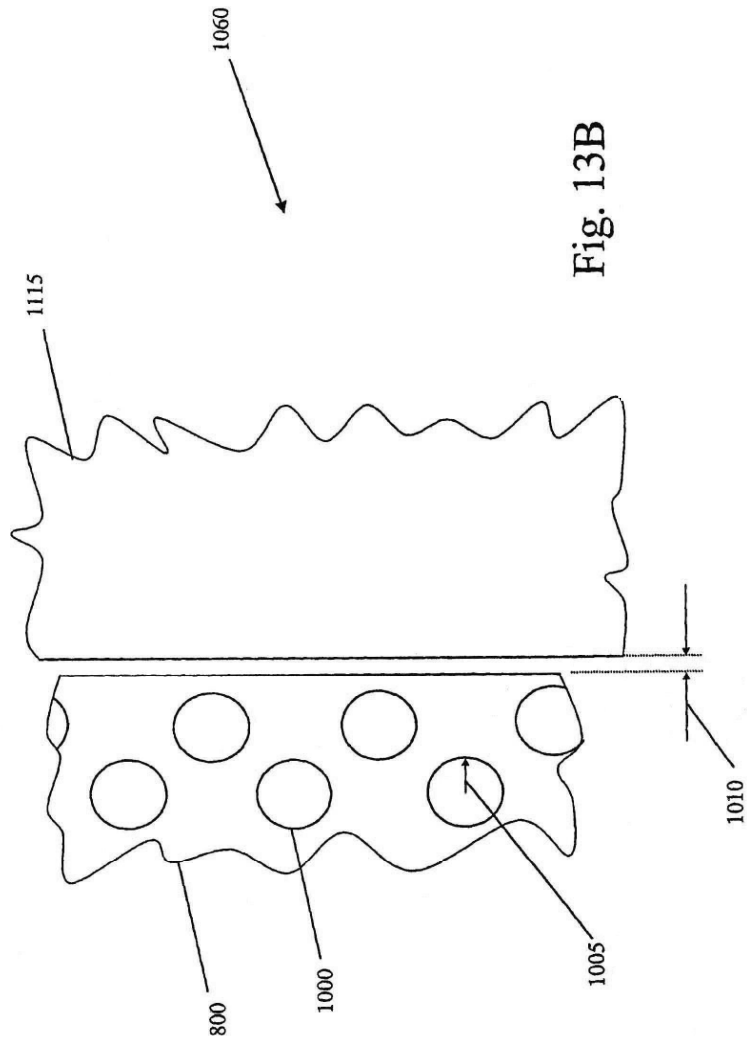


Fig. 13B

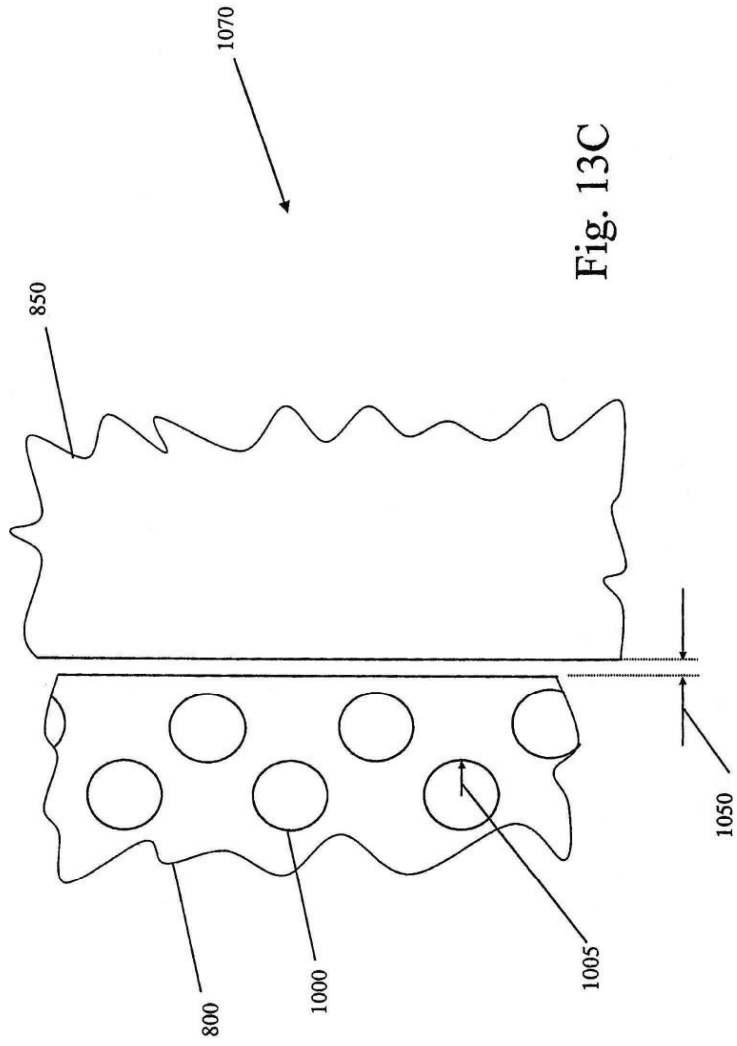


Fig. 13C

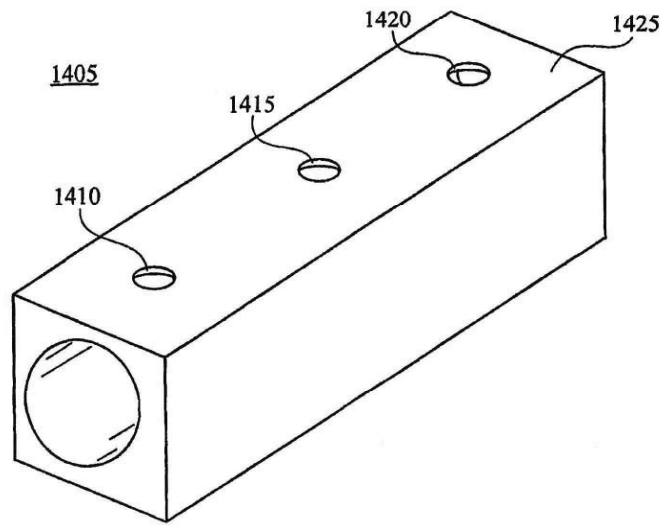


Fig. 14