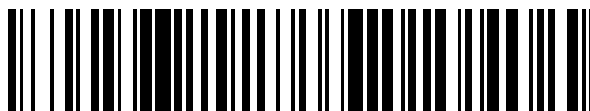


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 409**

51 Int. Cl.:

**F28D 1/02** (2006.01)

**F28D 1/047** (2006.01)

**E21B 36/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2010 E 10730573 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 2454447**

54 Título: **Enfriador submarino**

30 Prioridad:

**15.07.2009 NO 20092684**

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

**04.02.2014**

73 Titular/es:

**FMC KONGSBERG SUBSEA AS (100.0%)  
P.O. Box 1012  
3601 Kongsberg, NO**

72 Inventor/es:

**DAHL, TINE BAUCK;  
GILES, BRIAN y  
HUSE, MAGNUS**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 441 409 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**

Enfriador submarino

5 La presente invención se refiere a una unidad de enfriamiento submarina.

10 Por supuesto, los enfriadores en general son ampliamente conocidos en la técnica, por ejemplo como radiadores en automóviles y sistemas de refrigerador. Se muestra un ejemplo de un enfriador representativo en el documento GB 2145806, que muestra una pila de serpentines utilizados en un enfriador para un refrigerador. Se describe otro ejemplo de un sistema de enfriamiento en el documento WO 2009/046566, que muestra una unidad de enfriamiento que se ensambla a partir de codos y piezas rectas de acero inoxidable. También se conocen enfriadores submarinos, un ejemplo es el documento WO2008/004885, que describe un conjunto de enfriamiento subacuático de peso ligero.

15 El documento WO 2008/147219 A2 da a conocer una unidad de enfriamiento submarina que presenta una entrada para un fluido caliente y una salida para un fluido frío, comprendiendo la unidad de enfriamiento varios serpentines de enfriador. El documento US 3750248 A da a conocer un procedimiento para realizar una construcción de evaporador o condensador de refrigeración.

20 Es ampliamente conocido que el funcionamiento de un compresor depende en parte de la temperatura del medio que va a comprimirse, y se ha mostrado que enfriar el medio aumenta la eficacia del compresor. En un entorno submarino, esto es especialmente importante debido a la lejanía y difícil acceso a una instalación submarina, lo que crea la necesidad de enfriamiento eficaz ya que esto conduce a ahorros en el compresor. Se añade a esto la lejanía, que crea sus propios desafíos de fiabilidad y funcionamiento sin fallos. Sin embargo, enfriar una corriente de pozo de hidrocarburo puede crear otros problemas ya que habitualmente hay agua encerrada en la corriente de pozo y el enfriamiento permite que se separe el agua como agua libre y esto puede conducir a la formación de hidratos. Por tanto, es importante que una unidad de enfriamiento submarina esté bien adaptada a la utilización específica y la cantidad y composición del medio que va a enfriarse.

25 Por tanto, existe la necesidad de un enfriador que se ensamble fácilmente y que sea adaptable a la utilización específica submarina, para lograr el enfriamiento necesario.

Una unidad de enfriamiento tal como se define en las reivindicaciones adjuntas proporciona una solución a esta necesidad.

35 Según la invención, se proporciona una unidad de enfriamiento submarina, que comprende un primer tubo colector, un segundo tubo colector que presenta su eje longitudinal sustancialmente en paralelo con y a una distancia del primer tubo colector, y, dispuesto entre el primer y segundo tubos colectores, por lo menos un conjunto de serpentines de enfriador; en la que dicho por lo menos un conjunto se forma de manera que los serpentines están dispuestos en un plano. El primer tubo colector está adaptado para la comunicación con por lo menos un pozo de hidrocarburo y forma una entrada común para la unidad de enfriamiento submarina. El segundo tubo colector está adaptado para la comunicación con una línea de flujo y forma una salida común para la unidad de enfriamiento submarina. Cada conjunto de serpentines de enfriador se conecta individualmente a ambos tubos colectores.

40 Estos tubos colectores, como se ha mencionado, están adaptados para conectarse a equipo de procesamiento submarino y forman una entrada y una salida de la unidad de enfriamiento submarina. La unidad de enfriamiento puede utilizarse para enfriar un medio con, por ejemplo, agua marina. El medio que va a enfriarse puede guiarse entonces dentro de los tubos colectores y los serpentines, para enfriarse con agua marina en el exterior de los tubos.

45 La longitud del trayecto de flujo en un conjunto de serpentines de enfriador puede adaptarse fácilmente. El número de conjuntos de serpentines de enfriador también puede adaptarse fácilmente. Esto da una unidad de enfriamiento que puede adaptarse fácilmente para la utilización específica y el efecto de enfriamiento deseado necesarios en una ubicación específica. Al hacer que los serpentines discurran en un plano, pueden apilarse fácilmente varios conjuntos unos junto a los otros. Mediante esto, es fácil adaptar el efecto de enfriamiento añadiendo o reduciendo el número de conjuntos dispuestos entre y en comunicación directa con ambos tubos colectores y, al mismo tiempo, es posible ajustar la longitud de los tubos colectores para alojar el número necesario de conjuntos de serpentines de enfriador. El efecto de enfriamiento de la unidad de enfriamiento posiblemente también puede alterarse durante la vida útil de la unidad de enfriamiento, al hacer que los tubos colectores estén configurados de manera que puedan alojar conjuntos de serpentines de enfriador adicionales durante la vida útil de la unidad de enfriamiento.

50 Según otro aspecto, los tubos colectores presentan unos ejes longitudinales dispuestos principalmente en paralelo, y un plano en el que están dispuestos los serpentines de un conjunto, puede disponerse transversalmente a los ejes longitudinales de los tubos colectores. Si el eje longitudinal de un tubo colector forma un eje-X de un sistema de coordenadas, el eje longitudinal de los dos tubos colectores se dispone en un plano con ambos ejes X e Y y un eje Z transversal a este plano X/Y para formar el sistema de coordenadas. El plano de los serpentines de enfriador puede disponerse entonces en paralelo con el eje Z y el eje Y y transversalmente al eje X. Alternativamente, el plano de los

serpentines de enfriador puede disponerse inclinado con respecto a los ejes X e Y y en paralelo al eje Z. Alternativamente, el plano de los serpentines de enfriador puede disponerse inclinado con respecto a los ejes Z y X y en paralelo al eje Y. Alternativamente, los serpentines de enfriador pueden disponerse inclinados con respecto a todos los tres ejes.

5 Según otro aspecto de la unidad de enfriamiento, ésta puede comprender varios conjuntos conectados a los tubos colectores, pudiendo disponerse los conjuntos con su plano principal de los serpentines en paralelo.

10 Los tubos utilizados para los serpentines de enfriamiento presentan un diámetro nominal D. La expresión "diámetro nominal" es un término ampliamente conocido por los expertos en la materia, y se da un ejemplo para tales diámetros nominales en la norma ANSI B.36.19. Según otro aspecto, los tubos que forman los serpentines de un conjunto pueden presentar un diámetro nominal D, donde D puede ser desde 1 hasta 2 pulgadas (de 2,54 cm a 5,08 cm), preferentemente de 1,5 pulgadas (3,81 cm).

15 Según aún otro aspecto de la invención, dicho por lo menos un conjunto de serpentines de enfriador forma una configuración serpenteante y puede comprender por lo menos tres tubos rectos y por lo menos dos codos de 180 grados, en la que los tubos rectos y los codos se disponen para formar serpentines continuos que forman un trayecto de flujo interno y dos conectores, uno en cada extremo del trayecto de flujo, para la conexión del conjunto de serpentines de enfriador a los tubos colectores. Los tubos rectos y los codos son preferentemente unidades convencionales prefabricadas. El ensamblaje de los tubos rectos y los codos formará entonces un trayecto de flujo serpenteante. Mediante el ensamblaje de varios de ellos, puede adaptarse el conjunto de serpentines de enfriador a la longitud necesaria para la utilización específica, lo que da gran versatilidad de la unidad de enfriamiento. La estandarización de los elementos que forman la unidad de enfriamiento también la hace económica y fácilmente adaptable.

25 En un aspecto adicional, el conjunto puede formarse con un diámetro de tubo D, los codos con un radio R, y una distancia S entre cada uno de los tubos rectos que presentan una longitud L, donde R puede ser de entre 3,1D y 1,9D.

30 En aún otro aspecto, el conjunto puede formarse con un diámetro de tubo D, los codos con un radio R, y una distancia S entre cada uno de los tubos rectos que presentan una longitud L, donde S puede ser de entre 3,0D y 4,0D.

35 En aún otro aspecto, el conjunto puede formarse con un diámetro de tubo D, los codos con un radio R, y una distancia S entre cada uno de los tubos rectos que presentan una longitud L, donde L puede ser de entre 20D y 35D, preferentemente 30D.

Según otro aspecto, la unidad de enfriamiento puede comprender varios conjuntos, pudiendo ser la distancia entre los tubos rectos en conjuntos vecinos de entre 3,0D y 4,0D, donde D es el diámetro de los tubos.

40 También puede haber una unidad de enfriamiento con algunos o todos los aspectos mencionados anteriormente.

45 La presente invención también se refiere a un procedimiento para fabricar un enfriador submarino que comprende las etapas siguientes de preparar varios codos y tubos rectos idénticos, ensamblar los tubos rectos y los codos en una configuración serpenteante y formados en un plano, y unir un conector a cada extremo del conjunto, preparar otros conjuntos idénticos y conectar cada conjunto a los tubos colectores primero y segundo, dando como resultado una unidad de enfriamiento modular. Según un aspecto, los tubos se sueldan entre sí. Según otro aspecto de la invención, el conjunto se forma con por lo menos tres tubos rectos y por lo menos dos codos de 180 grados.

50 La invención se explicará a continuación con formas de realización no limitativas haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una distribución de compresión de gas convencional,

55 la figura 2 muestra un conjunto de serpentines de enfriamiento,

la figura 2b muestra un detalle de la figura 2,

60 la figura 3 es una vista lateral de una unidad de enfriamiento según la invención,

la figura 4 es la unidad de la figura 3 vista en alzado,

65 las figuras 5a a 5d son esquemas básicos de la orientación de los serpentines de enfriamiento con respecto a los tubos colectores,

las figuras 6a a 6c y la figura 7 son diferentes formas de realización de un conjunto de serpentines de

enfriamiento.

Se hace referencia primero a la figura 1, que muestra una distribución de compresión de gas submarina convencional. Una línea de flujo 10 que porta hidrocarburos de pozo desde uno o más pozos (no mostrados) pasa a través de un enfriador 12 al interior de un depurador 14. En el depurador se separan líquidos (es decir, agua y aceite) del gas y el líquido se hace pasar a través de una línea 16 y se eleva mediante una bomba 18. El gas pasa a través de una línea 20 a un compresor 22 de gas. El gas y los líquidos se vuelven a combinar en una línea de flujo de exportación 24 hasta una instalación de recepción que puede estar ubicada en una plataforma en alta mar o costera. Se dispone un bucle 26 antiagitación para recircular el gas de vuelta al interior del separador. En el bucle antiagitación se proporciona una válvula 28 especial (válvula antiagitación) y un segundo enfriador 30. El segundo enfriador se dispone para enfriar el gas que se ha calentado al pasar a través del compresor.

El enfriador tal como se muestra en la figura 3 consiste en varios módulos convencionales idénticos o, dicho con otras palabras, un conjunto de serpentines de enfriador 400 que se ensamblarán tal como se muestra para formar el conjunto de enfriador. Se muestra un conjunto o módulo de enfriador 400 en la figura 2. El módulo de enfriador es en forma de un serpentín que comprende varios tubos rectos 40 conectados con codos de 180° 42 y 44 alternantes. Los tubos 40 y los codos 42, 44 se encuentran todos en el mismo plano en la forma de realización mostrada. En cada extremo del trayecto de flujo formado por los tubos rectos 40 y los codos 42,44 hay conectores 46 para la conexión de fluido con un tubo colector 48 (figura 3). Los tubos 40, los codos 42,44 y los conectores 46 forma un trayecto de flujo interno a través del conjunto o módulo de enfriador 400.

El fluido procedente de la línea de flujo 10 entra en el colector 48 y fluye a través del tubo 40 hasta el otro colector 48. Los colectores se utilizan para distribuir el fluido equitativamente a cada módulo. El diseño modular permite el ensamblaje de varios módulos idénticos según los requisitos de flujo y de enfriamiento. Tal como puede observarse a partir de la figura 3, cada módulo de enfriador se ensambla con los colectores para crear el conjunto de enfriador.

El módulo de enfriador presenta los tubos dispuestos en un plano, presentando los tubos rectos y los codos, todos ellos, ejes que se encuentran dentro del plano. Esto facilita apilar los módulos en paralelo tal como se muestra en la figura 3. Esto da como resultado un apilamiento eficaz para maximizar el efecto de enfriamiento.

El tubo presenta un diámetro D, que es preferentemente de entre 1 y 2 pulgadas (de 2,5 a 5 cm). En una forma de realización preferida, el tubo presenta un diámetro nominal de 1,5 pulgadas, cédula 40 (ANSI B36.19) que presentará entonces un diámetro externo de 48,3 milímetros. La longitud de cada sección recta es L, que por ejemplo puede ser de 1 metro. Los codos presentan un radio R. La distancia entre los tubos rectos medida desde el eje es S. Se ha encontrado que la mayor ganancia de eficacia puede encontrarse cuando R es menor que 3,1D pero mayor que 1,9D y S es menor que 4,0D pero mayor que 3,0D. La distancia entre cada módulo (medida entre los planos) puede ser preferentemente la misma distancia S.

En las figuras 5a a 5d, se muestran diferentes configuraciones de la orientación del conjunto de serpentines de enfriador o módulos con respecto a los tubos colectores. En la figura 5a, un plano del conjunto de serpentines de enfriador, indicado por P1-P4, se dispone transversalmente a un eje longitudinal Mx del tubo colector. Este eje longitudinal del tubo colector Mx, forma un eje X en un sistema de coordenadas imaginario. Los tubos colectores presentan ambos un eje longitudinal que estará en un plano XY imaginario, y un eje Z será transversal a este plano XY. Por tanto, el plano de los serpentines de enfriador en la figura 5a es paralelo tanto al eje Z como al eje Y. En la figura 5b el plano de los serpentines de enfriador está reorientado comparado con la figura 5a. Los planos P1-P3 de los serpentines de enfriador son paralelos al eje Z pero forman un ángulo con respecto a ambos ejes X e Y. Por tanto, el plano está inclinado en una dirección. En la figura 5c los planos P1-P3 están de nuevo reorientados para inclinarse en una dirección, pero retorcidos en comparación con la figura 5b. En la figura 5c los planos están en paralelo con el eje Y e inclinados con respecto al eje X y el eje Z. En la figura 5d se muestra todavía otra configuración en la que a ambos planos P1-P2 se les dan las inclinaciones tal como se muestra en la figura 5b y la figura 5c, y de ese modo, están inclinados con respecto a los tres ejes.

En las figuras 6a a 6b, se muestran diferentes formas de realización de un conjunto de serpentines de enfriador. En la figura 6a, el conjunto está formado con nueve codos y diez tubos rectos. En la figura 6b hay veinte tubos rectos, y en la figura 6c hay treinta y cuatro tubos rectos. En la figura 7 se muestra una forma de realización de un conjunto de serpentines de enfriador en el que la longitud de los veintiocho tubos rectos es mayor que en la forma de realización mostrada en la figura 6. Sólo se muestran conjuntos de serpentines de enfriador con un número par de tubos rectos, pero también puede haber números impares si los tubos colectores se disponen desplazados y no en un lado del conjunto de serpentines de enfriador. Esto muestra que el conjunto de serpentines de enfriador puede adaptarse a la utilización específica, adaptando la longitud de los serpentines de enfriador. Cuando se dice que el conjunto de serpentines de enfriador está compuesto de codos y tubos rectos, una unidad para el ensamblaje del conjunto de serpentines de enfriador según la invención puede ser, como alternativa a ser una unidad en forma de un codo y además otra unidad en forma de tubos rectos, una unidad que comprende un codo y por lo menos una parte de un tubo recto. Una posible forma de realización de esta solución es presentar todas las unidades iguales, formando cada unidad un codo y un tubo recto, o formando cada unidad un codo y partes de dos tubos rectos. Una configuración de este tipo conducirá posiblemente a menos juntas de ensamblaje en comparación con un sistema

ensamblado a partir de codos y tubos rectos separados tal como se explicó anteriormente. Por ejemplo, esto significará de nuevo menos soldadura para ensamblar la unidad de enfriamiento.

5 El diseño ofrece varias ventajas no observadas en los diseños de la técnica anterior. En primer lugar, el número de codos y tubos rectos puede adaptarse al espacio disponible, por ejemplo la altura. En segundo lugar, los módulos pueden apilarse juntos en un armazón para dar el diseño compacto. El tamaño final estará determinado por el caudal y la eficacia de enfriamiento. El diseño también da como resultado un modo más fácil y más eficaz de producir el ensamblaje y permite una disposición de protección catódica óptima ya que los elementos que forman el enfriador submarino son elementos de unidad convencionales, por lo que la protección catódica también puede  
10 estandarizarse.

Una ventaja especial de la invención es que, como todas las partes (codos y tubos rectos) están estandarizadas, las partes pueden fabricarse al por mayor y después ensamblarse, por ejemplo soldarse entre sí, en la configuración más adecuada para las características físicas de los fluidos de pozo y para el efecto de enfriamiento deseado. El  
15 resultado final es una fabricación más eficaz y por tanto más económica del enfriador.

La invención se ha explicado en este caso con una forma de realización. Un experto en la materia entenderá que pueden realizarse alternaciones y modificaciones en la forma de realización descrita que están comprendidas dentro del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.  
20

**REIVINDICACIONES**

1. Unidad de enfriamiento submarina que comprende  
5 un primer tubo colector (48) adaptado para la comunicación con por lo menos un pozo de hidrocarburo y que forma una entrada común, un segundo tubo colector (48) adaptado para la comunicación con una línea de flujo (10) y que forma una salida común, estando su eje longitudinal sustancialmente en paralelo con y a una distancia del primer tubo colector (48), estando dispuestos entre el primer y segundo tubos colectores (48) varios conjuntos de serpentines de enfriador (400); estando cada conjunto (400) formado, de manera que los serpentines de un conjunto (400) estén dispuestos en un plano y cada conjunto (400) esté conectado  
10 individualmente a los tubos colectores (48), caracterizada porque por lo menos un conjunto de los serpentines de enfriador (400) comprende por lo menos tres tubos rectos (40) y por lo menos dos codos de 180 grados (42, 44), y dos conectores (46), para la conexión del conjunto (400) a los tubos colectores (48).
- 15 2. Unidad de enfriamiento submarina según la reivindicación 1, caracterizada porque el plano de los serpentines (400) en por lo menos un conjunto está dispuesto transversalmente a los ejes longitudinales de los tubos colectores (48).
- 20 3. Unidad de enfriamiento submarina según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los conjuntos de serpentines (400) están dispuestos con el plano de los conjuntos de serpentines (400), principalmente en paralelo.
4. Unidad de enfriamiento submarina según la reivindicación 4, caracterizada porque los tubos presentan un diámetro D, los tubos rectos (40) presentan una longitud L y los codos (42, 44) presentan un radio R.
- 25 5. Unidad de enfriamiento submarina según la reivindicación 5, caracterizada porque D está comprendido entre 1 y 2 pulgadas (de 2,54 cm a 5,08 cm), preferentemente 1,5 pulgadas (3,81 cm).
- 30 6. Unidad de enfriamiento submarina según la reivindicación 5 o 6, caracterizada porque R está comprendido entre 3,1D y 1,9D.
7. Unidad de enfriamiento submarina según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizada porque L está comprendida entre 20D y 35D, preferentemente de 30D.
- 35 8. Unidad de enfriamiento submarina según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizada porque los tubos rectos (40) están ubicados a una distancia S entre sí, caracterizada porque S está comprendida entre 3,0D y 4,0D.
9. Unidad de enfriamiento submarina según una de las reivindicaciones 5 a 9, caracterizada porque la distancia entre los planos formados por unos conjuntos (400) vecinos está comprendida entre 3,0D y 4,0D.

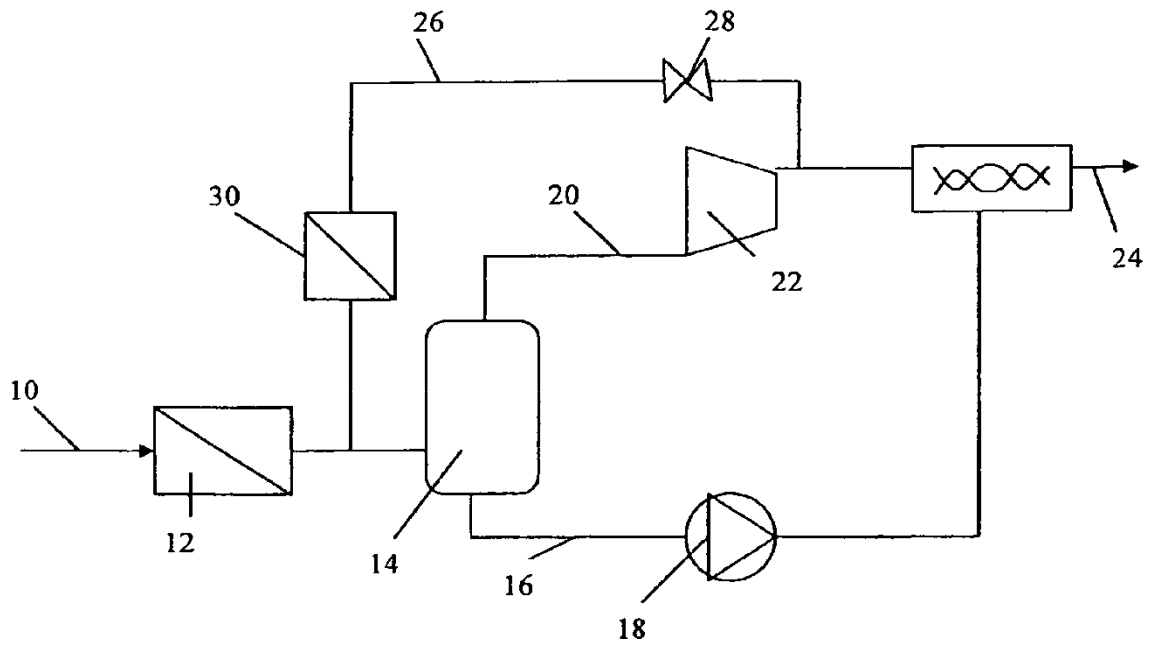


Fig. 1

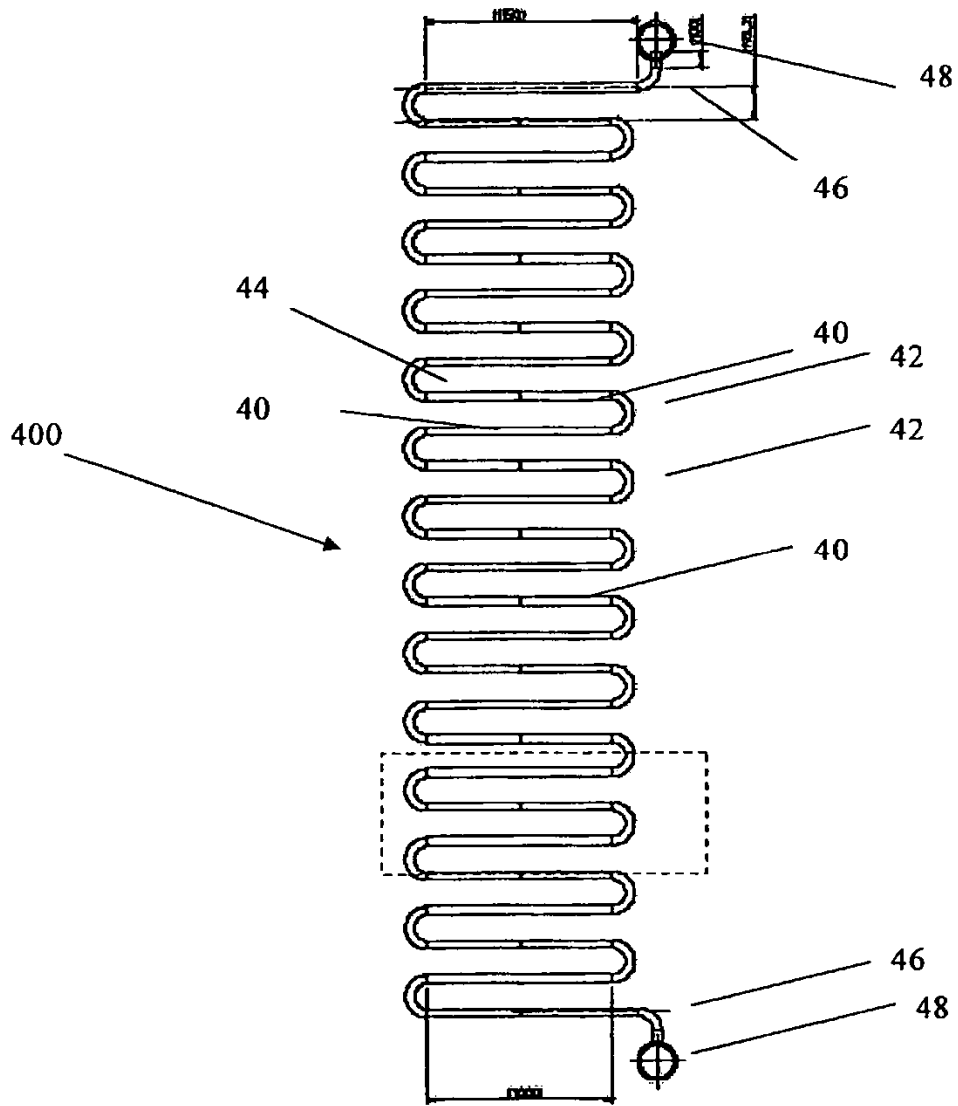


Fig. 2

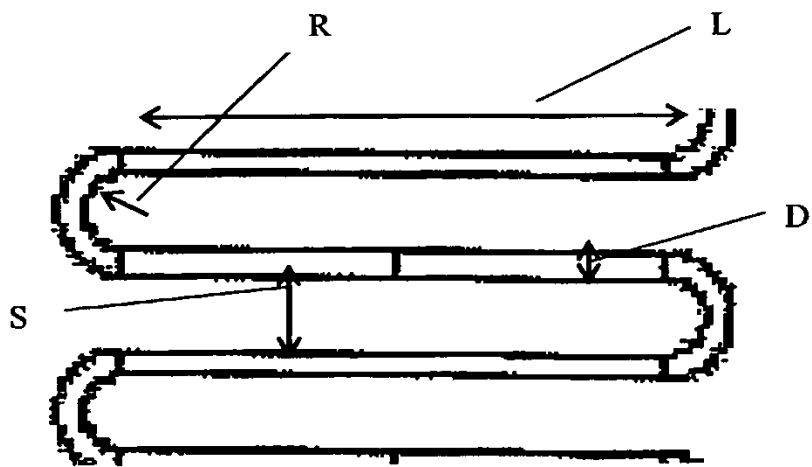


Fig. 2b



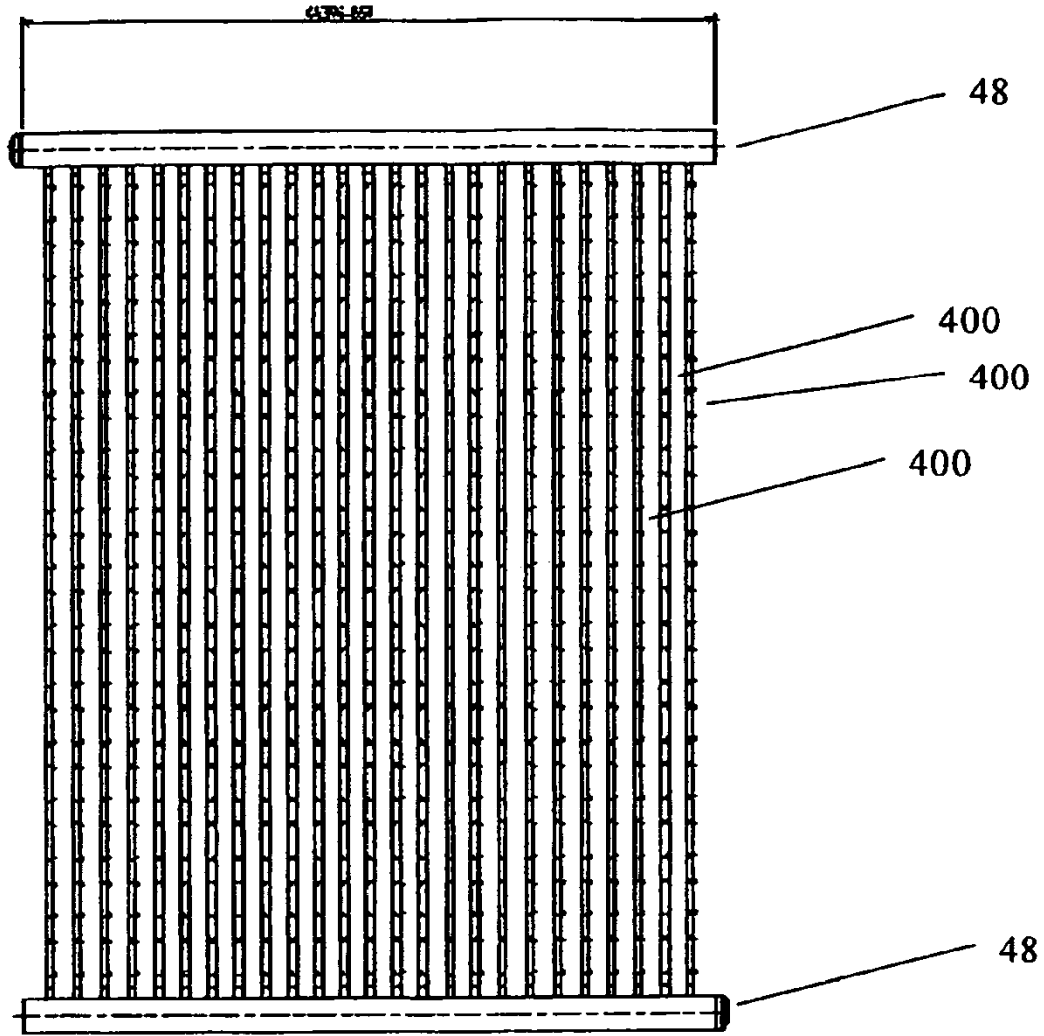


Fig. 3

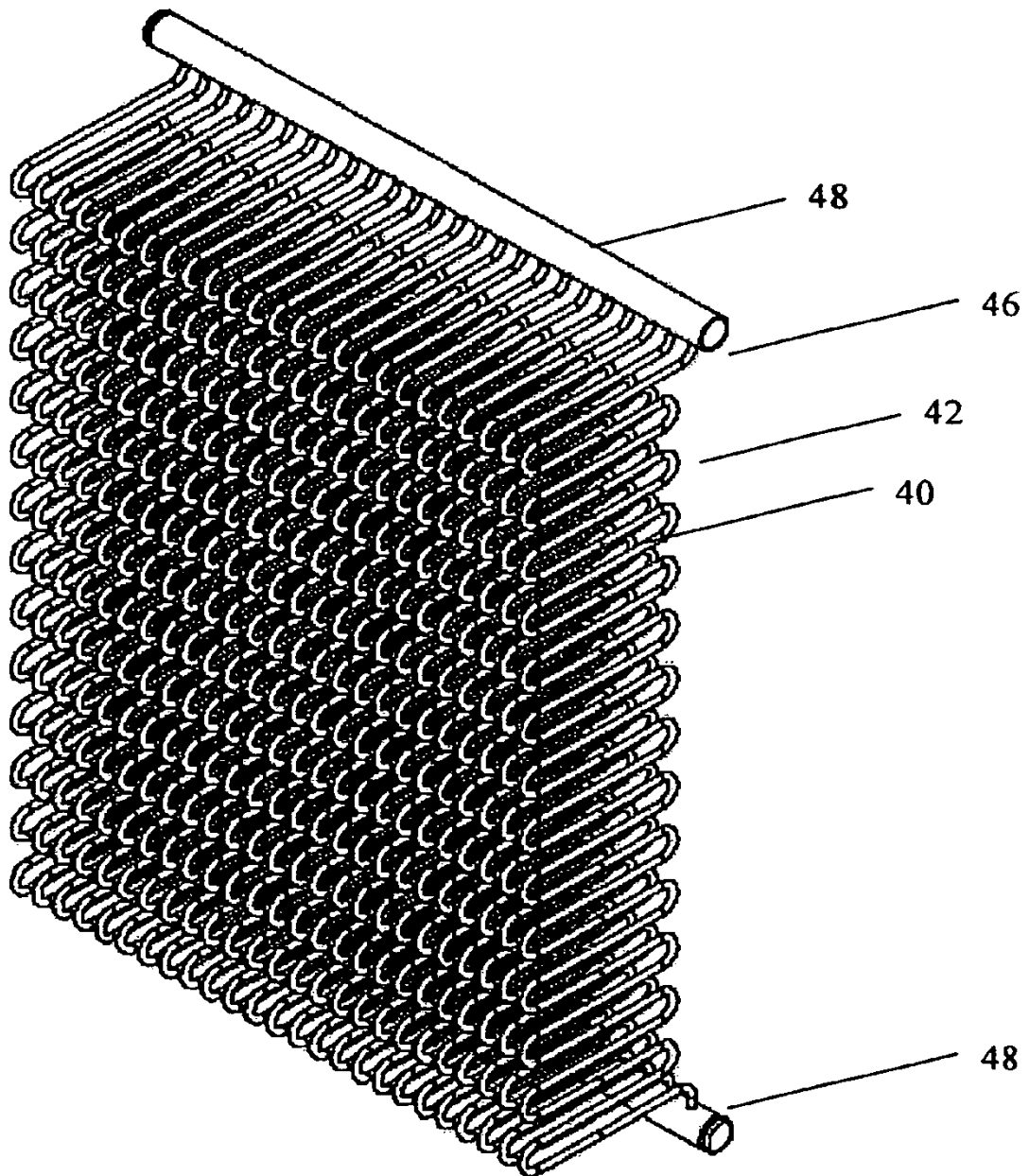


Fig. 4

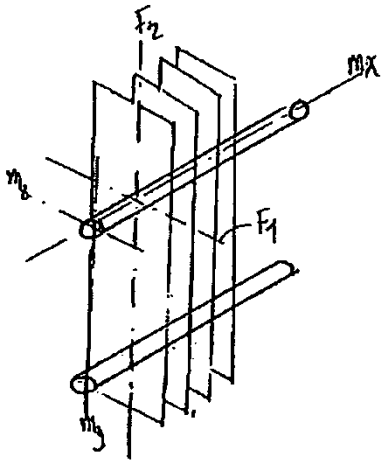


Fig. 5a

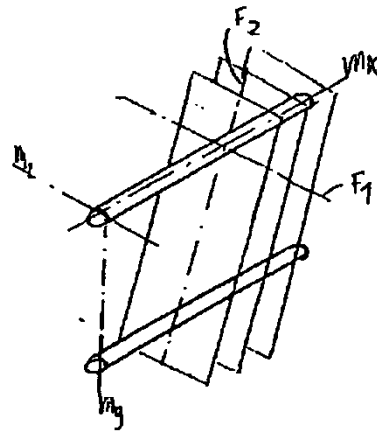


Fig. 5b

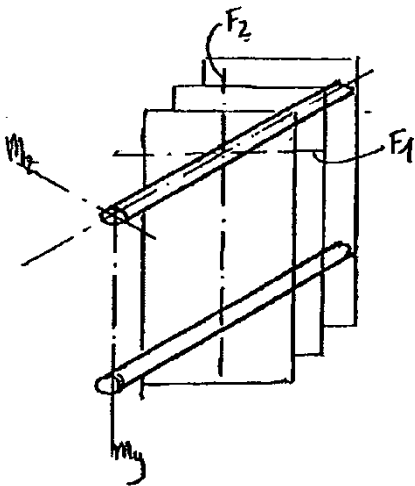


Fig. 5c

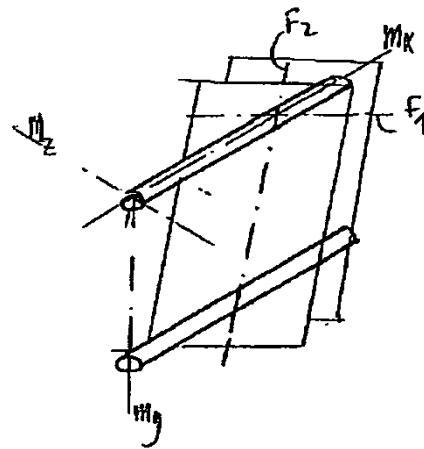


fig. 5d

