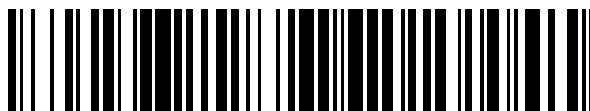


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 779**

51 Int. Cl.:

F28D 7/00 (2006.01)

F28D 7/02 (2006.01)

F28D 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.11.2015 PCT/EP2015/076041**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017 WO17080573**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2015 E 15791292 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3374717**

54 Título: **Intercambiador de calor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2020

73 Titular/es:
**FRANKE TECHNOLOGY AND TRADEMARK LTD
(100.0%)
Sonnenbergstrasse 9
6052 Hergiswil, CH**

72 Inventor/es:
SCHOONEN, WILHELMUS FRANCISCUS

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 768 779 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

Intercambiador de calor

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un intercambiador de calor. Más particularmente, la invención se refiere a un intercambiador de calor para enfriar un fluido, como se define en el preámbulo de la reivindicación 1 y como se ilustra en la figura 7 del documento EP 2 937 657 A1. La invención se refiere además a un sistema de enfriamiento que comprende el intercambiador de calor, en el que dicho intercambiador de calor desempeña la función de un evaporador.

Antecedentes de la invención

10 Se puede usar un dispositivo enfriador de fluido para enfriar un líquido tal como agua, un líquido consumible tal como limonada o cerveza, u otro fluido. Tales dispositivos enfriadores de fluido se emplean ampliamente en la industria, los aparatos domésticos, los establecimientos de consumo de bebidas, los restaurantes como, por ejemplo, los restaurantes de comida rápida, la industria del *catering*, etc. El fluido refrigerado por el dispositivo enfriador de fluido se debe distribuir a menudo, por ejemplo, en un vaso o una copa. En esta clase de industria, se conoce cómo usar dispositivos enfriadores de fluido que incluyen un recipiente de refrigeración que comprende un tubo que contiene refrigerante que pasa por el interior del recipiente de refrigeración. De este modo, un líquido de enfriamiento, tal como agua, se puede almacenar en el interior del recipiente de refrigerante; y el refrigerante que circula a través del tubo puede enfriar el agua. El líquido consumible se puede suministrar a través de otro tubo que está sumergido en el agua enfriada. Sin embargo, usualmente, las dimensiones de tal clase de dispositivos enfriadores de fluido son grandes, utilizando por lo tanto una gran cantidad de espacio en los establecimientos en los que se usan. Otro inconveniente de estos dispositivos enfriadores de fluido es que son energéticamente ineficientes.

Más generalmente, los intercambiadores de calor son conocidos para su uso en sistemas de refrigeración. Sin embargo, existe la necesidad de un intercambiador de calor mejorado.

25 El documento GB 1247580 describe un sistema de refrigeración que incluye un compresor, un condensador, una línea de fluido y una unidad de enfriamiento, en el que esta unidad de enfriamiento comprende una cámara de refrigerante anular que contiene refrigerante.

El documento DE 10 2012 204057 describe además un intercambiador de calor que comprende una cavidad que está llena de refrigerante que sale de un evaporador a fin de regular la temperatura del refrigerante antes de enviarlo al condensador.

30 Compendio de la invención

Un aspecto de la invención es proporcionar un intercambiador de calor compacto que es eficiente y/o solamente necesita una cantidad limitada de refrigerante.

Un aspecto de la invención es proporcionar un intercambiador de calor, que comprende:

35 un recipiente para contener un refrigerante, teniendo el recipiente una cámara limitada por una superficie de una pared de recipiente, comprendiendo el recipiente una entrada y una salida para el transporte de un refrigerante hacia dentro y hacia fuera de la cámara;

40 al menos un tubo, del que al menos un tramo de tubo está en el interior de la cámara, en el que un primer extremo del tramo de tubo está fijado a un primer orificio del recipiente y un segundo extremo del tramo de tubo está fijado a un segundo orificio del recipiente para permitir una comunicación de fluido hacia dentro y/o hacia fuera del tramo de tubo a través del primer orificio y del segundo orificio, en el que dicho al menos un tramo de tubo tiene un diámetro medio;

en el que la cámara comprende un espacio para el refrigerante, teniendo dicho espacio un volumen,

en el que dicho al menos un tramo de tubo tiene una superficie exterior en contacto con el espacio para el fluido, teniendo dicha superficie un área;

45 en el que el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,15. Esto puede ser lo mismo que decir que dicho volumen, que puede estar lleno con el refrigerante, es menor o igual que 0,6 veces el volumen definido por dicho tramo de tubo.

50 Este intercambiador de calor puede tener una capacidad relativamente grande de intercambio de calor, al tiempo que reduce significativamente la cantidad de refrigerante que se necesita en, p. ej., un sistema de enfriamiento. Dicho al menos un tramo de tubo en el interior de la cámara puede comprender una pluralidad de segmentos de tubo adyacentes. Los segmentos de tubo adyacentes pueden estar definidos como segmentos de tubo con superficies exteriores enfrentadas.

Preferiblemente, el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,1. Más preferiblemente, el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,08. Esto ayuda a reducir la cantidad de refrigerante y/o aumentar la capacidad de enfriamiento adicionalmente.

5 Dicho al menos un tramo de tubo en el interior de la cámara puede comprender una pluralidad de segmentos de tubo adyacentes, en el que los segmentos de tubo adyacentes están separados unos respecto a otros, con un espacio entre un par de segmentos de tubo adyacentes como máximo de 2 milímetros, preferiblemente como máximo 1 milímetro, preferiblemente como máximo 0,5 milímetros. Esto ayuda a reducir la cantidad de refrigerante y/o aumentar la capacidad de enfriamiento incluso más.

10 Dicho al menos un tramo de tubo en el interior de la cámara puede comprender una pluralidad de segmentos de tubo adyacentes, cuyos segmentos de tubo adyacentes forman un mosaico hexagonal en un corte transversal de la cámara. Un mosaico hexagonal es una estructura adecuada para obtener un intercambiador de calor compacto. Alternativamente, los segmentos de tubo adyacentes pueden estar dispuestos en un cuadrículado rectangular o en otra forma adecuada.

15 La pluralidad de segmentos de tubo adyacentes del mosaico hexagonal pueden estar dispuestos en filas, consiéndolo cada fila en varios arrollamientos, en el que el número de arrollamientos en una fila cualquiera difiere de cada fila adyacente en un arrollamiento, en el que, cuando se consideran las filas sucesivas, el número de arrollamientos está aumentando o disminuyendo monótonamente, o primero aumenta y luego disminuye. Esto proporciona un contorno compacto de la disposición de segmentos de tubo.

20 Dicho al menos un tramo de tubo puede estar dispuesto en una pluralidad de arrollamientos alrededor de una parte de dicha pared de recipiente y alrededor de una zona externa a la cámara. Esto puede proporcionar una cámara con un pequeño volumen, al tiempo que el tubo no necesita tener vueltas pronunciadas. Dicha zona exterior puede formar un rebaje, cuyo rebaje penetra en la cámara y está bordeado por dicha parte de la pared de recipiente.

La cámara puede tener una forma de un toroide. El toroide puede ser generado por un hexágono o un cuadrilátero, por ejemplo. El hexágono o el cuadrilátero puede tener esquinas redondeadas que siguen un contorno del tubo.

25 Más generalmente, la forma global de la cámara puede ser la de una superficie conectada, orientable, con género 0, 1, 2,..., donde el género = 1 define un toroide. El género de una superficie conectada, orientable, es un entero que representa el número máximo de cortes a lo largo de curvas sencillas cerradas que no se cruzan sin dejar desconectada la variedad resultante. Sin embargo, aunque se prefiere la forma toroidal, la invención no está limitada a un tipo particular de superficie.

30 La distancia entre un eje central del tubo en dos arrollamientos adyacentes multiplicada por la mitad de la raíz cuadrada de tres puede ser menor que un diámetro exterior del tubo. Esto define un mosaico hexagonal compacto.

35 La distancia desde la superficie de la pared de recipiente hasta una circunferencia de un primer segmento de dicho al menos un tramo de tubo adyacente a la superficie puede ser sustancialmente igual a una distancia entre esa circunferencia y la circunferencia de un segundo segmento de dicho al menos un tramo de tubo adyacente al primer segmento.

El espacio para el fluido puede comprender propano como el refrigerante. El diseño compacto significa que solamente es necesaria una cantidad más bien pequeña de propano. Así, el intercambiador de calor propuesto es capaz de cumplir con severas normas medioambientales y/o relacionadas con la seguridad.

40 El recipiente puede comprender además un cuerpo, y la pared de recipiente puede estar encerrada en el cuerpo, en el que el cuerpo está configurado para reforzar la pared de recipiente en vista de una diferencia de presión entre la cámara y el entorno del intercambiador de calor. El cuerpo puede ser un cuerpo en forma de toroide.

45 El intercambiador de calor puede ser parte de un sistema que comprende además un compresor, un condensador y una válvula de expansión, en el que el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el intercambiador de calor están en comunicación de fluido, en el que la entrada está conectada para circulación de fluido con la válvula de expansión y la salida está conectada para circulación de fluido con el compresor.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un método para enfriar un fluido. El método comprende:

50 disponer un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, en comunicación de fluido para formar un ciclo de refrigeración, en el que el evaporador comprende un intercambiador de calor, y el intercambiador de calor comprende un recipiente, teniendo el recipiente una cámara limitada por una superficie de una pared de recipiente, comprendiendo el recipiente una entrada y una salida para el transporte de un refrigerante hacia dentro y hacia fuera de la cámara, en el que disponer un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador en comunicación de fluido comprende conectar para circulación de fluido la entrada del recipiente con la válvula de expansión y conectar para circulación de fluido la salida del recipiente con el compresor;

- 5 disponer al menos un tubo, del que al menos un tramo de tubo está en el interior de la cámara, en el que un primer extremo del tramo de tubo está fijado a un primer orificio del recipiente y un segundo extremo del tramo de tubo está fijado a un segundo orificio del recipiente para permitir una comunicación de fluido hacia dentro y/o hacia fuera del tramo de tubo a través del primer orificio y del segundo orificio, en el que dicho al menos un tramo de tubo tiene un diámetro medio;
- proveer a la cámara de un espacio para un fluido, teniendo dicho espacio un volumen,
- en el que dicho al menos un tramo de tubo tiene una superficie exterior en contacto con el espacio para el fluido, teniendo dicha superficie un área;
- en el que el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,15;
- 10 comprendiendo además el método:
- accionar el compresor para hacer circular un refrigerante a través del ciclo de refrigeración que incluye el espacio para el fluido, y hacer que un fluido adicional fluya a través del tramo de tubo.
- 15 El experto en la técnica entenderá que las características descritas anteriormente se pueden combinar de cualquier modo considerado útil. Además, las modificaciones y variaciones descritas respecto al intercambiador de calor o al sistema de enfriamiento se pueden aplicar igualmente al método, y las modificaciones y variaciones descritas respecto al método se pueden aplicar igualmente al intercambiador de calor o al sistema de enfriamiento.

Breve descripción de los dibujos

- En lo que sigue, se explicarán aspectos de la invención mediante ejemplos, con referencia a los dibujos. Los dibujos son esquemáticos y puede que no estén trazados a escala.
- 20 La figura 1 muestra un sistema de enfriamiento.
- La figura 2 muestra una vista, en perspectiva, de un intercambiador de calor.
- La figura 3 muestra una vista de trabajo parcialmente abierta de un intercambiador de calor.
- La figura 4 muestra un corte transversal de una parte de un intercambiador de calor.
- La figura 5 muestra una vista desde arriba de un intercambiador de calor.
- 25 La figura 6 muestra una vista lateral de un intercambiador de calor.
- La figura 7 muestra un sistema alternativo de enfriamiento con un corte transversal parcial del intercambiador de calor.
- La figura 8 muestra el sistema alternativo de enfriamiento con una vista desde arriba del intercambiador de calor.
- La figura 9 muestra un corte transversal de una parte de un intercambiador de calor.
- 30 La figura 10 muestra un corte transversal de aún otro intercambiador de calor.
- La figura 11 es un diagrama de flujo de un método para enfriar un líquido.
- La figura 12 muestra un corte transversal de un segundo intercambiador de calor a modo de ejemplo.
- La figura 13 muestra una vista, en perspectiva, del segundo intercambiador de calor a modo de ejemplo.
- La figura 14 muestra un corte transversal de un tercer intercambiador de calor a modo de ejemplo.
- 35 La figura 15 muestra una vista, en perspectiva, del tercer intercambiador de calor a modo de ejemplo.
- La figura 16 muestra una vista de trabajo, en perspectiva, parcialmente abierta del tercer intercambiador de calor a modo de ejemplo.

Descripción detallada de las realizaciones

- 40 En lo que sigue, las implementaciones a modo de ejemplo se describirán con más detalle haciendo referencia a los dibujos. Sin embargo, se entenderá que los detalles descritos en esta memoria se proporcionan solamente como ejemplos para ayudar a la comprensión de la invención y no para limitar el alcance de la descripción. El experto en la técnica será capaz de encontrar realizaciones alternativas que están dentro del alcance y del espíritu de la presente invención, como se define por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

La figura 1 muestra un diagrama de un sistema de enfriamiento capaz de hacer circular refrigerante en un ciclo de refrigeración. El sistema de enfriamiento comprende un compresor 1, un condensador 2, una válvula 3, un dispositivo de expansión 4 y un evaporador 14. El evaporador se muestra en corte transversal. El corte transversal corresponde al corte transversal 303 en la figura 3. Estos componentes 1, 2, 3, 4, 14 están conectados para circulación de fluido a fin de formar el ciclo de refrigeración. Son conocidas en la técnica muchas implementaciones diferentes del compresor, el condensador, la válvula, el dispositivo de expansión y el evaporador. Por ejemplo, la válvula 3 y el dispositivo de expansión 4 pueden combinarse mediante una válvula de expansión. Algunos aspectos de la invención se refieren al evaporador 5, que puede estar incluido en tal ciclo de refrigeración de un sistema de enfriamiento. En lo que sigue, se describirá con mayor detalle el evaporador 14. Se señalará que en las figuras 1, 7 y 8, el compresor 1, el condensador 2, la válvula 3 y el dispositivo de expansión 4 están dibujados como símbolos para indicar que se puede usar cualquier dispositivo adecuado, mientras que el evaporador 14 se ha dibujado con mayor detalle para ilustrar aspectos de ciertas realizaciones de dicho evaporador 14.

Como se muestra en la figura 1, el evaporador 14 comprende un recipiente 5 que contiene una cámara 302, y la cámara 302 contiene unos tubos 10, 301.

La figura 2 muestra una vista, en perspectiva, del recipiente 5, 201, que puede desempeñar el papel del evaporador 14 en un ciclo de refrigeración. En este ejemplo, el recipiente tiene una forma de toroide. El toroide ilustrado es un toroide generado al girar un hexágono plano 401 (véase la figura 4) alrededor de un eje (dibujado ligeramente con el número 202) externo a ese hexágono 401, cuyo eje es paralelo al plano del hexágono 401 y no se cruza con el hexágono. Se entenderá que el hexágono se puede reemplazar por otras formas. El hexágono 401 se ilustra en la figura 4. Como se muestra en la figura 4, el hexágono puede tener esquinas redondeadas. El redondeo de una esquina del hexágono 401 puede seguir el contorno de un tramo de tubo 402.

El tramo de tubo 8, conectado a un extremo del tramo de tubo 10 para permitir que circule fluido a través del tramo de tubo 8 hacia dentro del tramo de tubo 10, se muestra en la figura 2 y la figura 3. Se muestra también un tramo de tubo 9, que está conectado a otro extremo del tramo de tubo 10 para permitir que circule fluido desde el tramo de tubo 10 hacia dentro del tramo de tubo 9. Se señala que se puede invertir el flujo de fluido, de modo que circula fluido desde el tramo de tubo 9 hacia dentro del tramo de tubo 10 y, luego, hacia dentro del tramo de tubo 8.

La figura 3 muestra un dibujo de trabajo parcialmente abierto del mismo recipiente 5, 201, como se muestra en las figuras 1 y 2. La cámara 302 del recipiente 5, 201 mostrado tiene una forma de toroide, como se ha descrito anteriormente. El dibujo muestra que la cámara 302 del recipiente 5, 201 está compactada con los tubos 301. Los tubos 301 están enrollados en el interior de la cámara 302 alrededor del eje 202 anteriormente mencionado y, así, alrededor de un rebaje encerrado por dicha cámara, cuyo rebaje forma una zona externa de dicha cámara.

La figura 4 muestra de nuevo el corte transversal correspondiente a un tramo 303 del recipiente 5, como se muestra en las figuras 1, 2 y 3. Se señala que los tubos 12 y 11 para el transporte de refrigerante no se han dibujado en las figuras 2, 3 y 4 por simplicidad. Como se puede ver en el dibujo, la cámara 302 del intercambiador de calor está compactada con unos arrollamientos de tubo 404. Estos arrollamientos pueden pertenecer, todos, al mismo tubo. Alternativamente, existe una pluralidad de tubos en el interior de la cámara 302, y cada arrollamiento pertenece a uno de esos tubos.

En un ejemplo particular, las dimensiones de la disposición de la cámara 302 y los arrollamientos de tubo 404 son las siguientes. El tubo o tubos pueden tener un diámetro interior de 7 mm, un diámetro exterior de 8 mm y un grosor de pared de 0,5 mm. Una distancia entre cualquiera de dos arrollamientos de tubo adyacentes puede ser 8,5 mm, medida desde el eje central hasta el eje central del tubo. La distancia desde el tubo hasta la pared de recipiente puede ser 0,5 mm. El número de arrollamientos puede ser 27.

La figura 5 ilustra una vista desde arriba de la cámara, en la que no se muestran los arrollamientos. La figura 6 ilustra una vista lateral de la cámara. Un ejemplo de dimensiones de la cámara es el siguiente. El diámetro mínimo 501 de la cámara puede ser 292,65 mm y el diámetro máximo 502 de la cámara puede ser 407,35 mm. Una medición de lo anterior se puede hacer con una precisión de ± 1 mm. Una altura 601 de la cámara puede ser 52 mm.

Volviendo a la figura 1, se indica esquemáticamente con los números 8 y 9 que el tubo entra y sale de la cámara 302 a través de dos orificios en la pared de recipiente. Los orificios pueden encerrar el tubo de manera que nada de refrigerante puede entrar o abandonar la cámara a través del orificio y ningún fluido del exterior puede entrar en la cámara a través del orificio. Además, la pared de recipiente tiene una entrada 6 y una salida 7 conectadas a los tubos 11, 12 para transportar el refrigerante desde el dispositivo de expansión hacia dentro de la cámara 302 y desde la cámara 302 hacia dentro del compresor 1. La entrada 6 está situada en el lado inferior de la cámara 302 o al menos por debajo de un nivel de refrigerante líquido en el interior de la cámara. Sin embargo, la entrada 6 puede estar también situada por encima del nivel de refrigerante líquido en otras realizaciones. La salida 7 está situada en el lado superior de la cámara 302 o al menos por encima de un nivel de refrigerante líquido en el interior de la cámara. De este modo, nada de refrigerante líquido puede llegar al compresor.

Como se ha explicado, el recipiente se puede usar en un ciclo de refrigeración de un sistema de enfriamiento. El recipiente en ese estado contiene un refrigerante en la cámara, cuyo refrigerante se hace circular a través del ciclo

de enfriamiento. Algo del refrigerante está en estado líquido, otra parte está en estado vapor. El recipiente tiene una cámara limitada por una superficie de la pared de recipiente, comprendiendo el recipiente una entrada y una salida para el transporte de refrigerante hacia dentro y hacia fuera de la cámara. La entrada puede estar en cualquier lugar; la salida está preferiblemente por encima del nivel de refrigerante líquido en ciertas realizaciones. Se dispone al menos un tubo, a través del que ha de circular un líquido a enfriar, en funcionamiento. Al menos un tramo de tubo está en el interior de la cámara, en el que un primer extremo del tramo de tubo está fijado a un primer orificio del recipiente y un segundo extremo del tramo de tubo está fijado a un segundo orificio del recipiente para permitir una comunicación de fluido hacia dentro y/o hacia fuera del tramo de tubo a través del primer orificio y del segundo orificio. Por ejemplo, el tubo se extiende a través del primer orificio y/o del segundo orificio. El primer orificio y el segundo orificio pueden ser un orificio en la pared de recipiente y/o un orificio en un cuerpo en forma de toroide, que puede encerrar la pared de recipiente, como se explica en lo que sigue. En el ejemplo mostrado en las figuras 2 y 3, la cámara del intercambiador de calor presenta un agujero 201. El tramo de tubo en el interior del recipiente está dispuesto en una pluralidad de arrollamientos alrededor de una parte de dicha pared de recipiente, cuya parte de pared define dicho agujero. El agujero 201 se extiende por toda la trayectoria a través del recipiente 5 y está definido por una parte de la pared de recipiente, de modo que los fluidos no se fugan a través del agujero. Los arrollamientos están dispuestos en un mosaico hexagonal y forman un mazo, con un espacio entre cada par de arrollamientos adyacentes. Este mosaico hexagonal se puede apreciar mejor con referencia a, p. ej., la figura 4, que muestra un corte transversal del recipiente en un lado del agujero, como se indica en la figura 3 con el número 303. En otras palabras, en un corte transversal perpendicular al eje central de los arrollamientos de tubo o los segmentos de tubo, los tubos están dispuestos en un cuadrículado hexagonal. Los tubos se pueden fijar entre sí para mantenerlos en su sitio.

La superficie 403 de la pared de recipiente está dispuesta con un espacio entre dicha pared de recipiente y todos los arrollamientos 402 que están en el exterior del mazo. Los arrollamientos que están en el exterior del mazo son los arrollamientos que están rodeados por menos de seis arrollamientos adyacentes. Por ejemplo, el arrollamiento 405 está rodeado por seis arrollamientos 406-411 adyacentes y no está en el exterior del mazo. El arrollamiento 412 está rodeado por tres arrollamientos 406, 413, 414 adyacentes y el arrollamiento 414 está rodeado por cuatro arrollamientos 412, 406, 407, 415 adyacentes.

En el ejemplo mostrado en la figura 4, los arrollamientos en mosaico hexagonal están dispuestos en filas, p. ej., 416, 417, 418, etc., consistiendo cada fila 418 en varios arrollamientos 414, 407, 408, etc., en el que el número de arrollamientos en una fila cualquiera 417 difiere de cada fila 416 o 418 adyacente en un arrollamiento. Cuando se consideran las filas 416, 417, 418, etc. sucesivas, a su vez, el número de arrollamientos primero aumenta de tres arrollamientos a seis arrollamientos y luego disminuye a cuatro arrollamientos.

En una realización alternativa, el número de arrollamientos en cada fila aumenta monótonamente o disminuye monótonamente. Por ejemplo, el número de arrollamientos en una fila puede aumentar de, p. ej., tres (fila inferior) a siete (fila superior). En otro ejemplo, el número de arrollamientos en una fila puede disminuir de, p. ej., siete (fila inferior) a tres (fila superior). Las filas en un mosaico hexagonal se pueden identificar en tres direcciones diferentes, y el aumento/disminución del número de arrollamientos en cada fila se aplica al menos a una de esas direcciones.

Volviendo a la figura 4, el patrón de aumento del número de arrollamientos en cada fila es idéntico para la totalidad de las tres direcciones en las que se pueden identificar las filas. Esta propiedad es también útil para mantener pequeña la cámara.

La cámara 302 y la superficie de la pared de recipiente 403 tienen la forma de un toroide generado por un hexágono. Este hexágono tiene esquinas redondeadas que siguen un contorno del tubo 402, 412. Cuando el número de arrollamientos en cada fila es monótono, la forma de la cámara y la superficie es la forma de un toroide generado por un cuadrilátero, opcionalmente con esquinas redondeadas.

La distancia entre un eje central del tubo en dos arrollamientos 410, 411 adyacentes multiplicada por la mitad de la raíz cuadrada de tres es menor que un diámetro exterior (indicado como d en la figura 9) del tubo. Haciendo referencia a la figura 9, la distancia entre el eje central del tubo en dos arrollamientos adyacentes es igual a la suma del espacio (indicado como s en la figura 9) entre un par de segmentos de tubo adyacentes y el diámetro exterior (indicado como d en la figura 9) del tramo de tubo. En un ejemplo específico, la distancia entre un eje central del tubo en dos arrollamientos adyacentes es 8,5 mm, el diámetro interior del tubo es 7 mm y el diámetro exterior del tubo es 8 mm. La separación de las filas 416, 417, 418 es 7,4 mm en el ejemplo, que es menor que la distancia de 8,5 mm entre los ejes centrales de arrollamientos adyacentes, lo que hace compacto el diseño.

La distancia desde la superficie interior 401 hasta una circunferencia 402 de un primer tramo del tubo adyacente a la superficie interior 401 puede ser aproximadamente igual a una distancia entre esa circunferencia y una circunferencia 419 de un segundo tramo de un arrollamiento del tubo adyacente al primer tramo del tubo.

El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que el tubo tiene un diámetro interior de 7 mm y la distancia entre los contornos de cada par de arrollamientos adyacentes está entre 0,2 y 0,8 mm.

Dependiendo, entre otros parámetros, de las dimensiones del intercambiador de calor, dicho intercambiador de calor se puede usar junto con una variedad de materiales refrigerantes, incluyendo Freón. En un ejemplo particular, la cámara comprende propano como el refrigerante. Las dimensiones descritas anteriormente son muy adecuadas para un sistema de enfriamiento basado en propano como refrigerante.

- 5 La figura 7 ilustra una configuración alternativa. Ya que la mayoría de aspectos de la figura 7 son similares a la configuración de la figura 1, se omitirá en este caso una descripción detallada de la misma. La configuración mostrada en la figura 7 difiere de la configuración mostrada en la figura 1 en que la entrada 706 de la cámara 302 está situada en el lado superior de la cámara.

10 La figura 8 muestra una vista desde arriba del intercambiador de calor mostrado en la figura 7. Se muestra que la entrada 706 de la cámara 302 y la salida 7 de la cámara 302 están situadas en lados enfrentados con respecto al eje 202. Más generalmente, puede ser ventajoso situar la entrada 706 y la salida 7 suficientemente alejadas una de la otra para evitar que el refrigerante que acaba de llegar a través de la entrada 706 salga directamente por aspiración a través de la salida 7. Tal configuración es ventajosa cuando tanto la entrada como la salida están situadas por encima del nivel de refrigerante líquido.

- 15 Por ejemplo, la longitud del tramo de tubo dentro del recipiente está en el intervalo de 25 metros a 35 metros. El volumen de la cámara menos un volumen ocupado por dicho al menos un tramo de tubo puede estar, por ejemplo, entre 700 mm^3 y 800 mm^3 , por ejemplo, 730 mm^3 . Estas dimensiones pueden hacer que el tubo sea particularmente adecuado como dispositivo enfriador para un barril de cerveza.

20 La figura 10 muestra otra realización de un intercambiador de calor. De nuevo, solamente se ha mostrado un corte transversal de una parte del intercambiador de calor similar a la parte indicada como 303 en la figura 3. La superficie 1004 de la pared de recipiente 1001 que define la cámara 1005 es una superficie cerrada, y un cuerpo en forma de toroide 1003 encierra la pared de recipiente 1001. Opcionalmente, un material de relleno 1002 rellena cualquier espacio entre la pared de recipiente 1001 y el cuerpo en forma de toroide 1003. Alternativamente, no existe ningún espacio, o solamente un espacio pequeño, entre la pared de recipiente 1001 y el cuerpo en forma de toroide 1003.

25 El cuerpo en forma de toroide 1003 tiene forma de toroide, por ejemplo, forma de toro. La pared de recipiente/cámara puede tener también forma de toroide, pero, por ejemplo, un toroide generado por un hexágono (como en el dibujo) o cuadrilátero. Debido a la construcción más resistente del toro 1003 y el material de relleno 1002, la pared de recipiente 1001 no tiene que ser tan resistente como para amortiguar la diferencia de presión entre la cámara 1005 y el entorno del intercambiador de calor.

30 La figura 12 y la figura 13 muestran otra realización de un recipiente toroidal 1201 con tubos 1202. La figura 12 muestra un corte transversal indicado en la figura 13 con el número 1203. Los arrollamientos de tubo están dispuestos en un cuadrilado rectangular y la forma del propio recipiente es un toroide generado al hacer girar una forma rectangular. Las entradas y salidas se omiten en el dibujo por simplicidad. Estas entradas y salidas pueden ser similares a las realizaciones de las figuras 1 a 10.

35 La figura 14, la figura 15 y la figura 16 muestran otra realización de un recipiente cúbico 1401 con tubos 1402. La figura 15 muestra una vista en perspectiva. La figura 16 muestra una vista de trabajo, en perspectiva, parcialmente abierta. La figura 14 muestra un corte transversal indicado en la figura 15 con el número 1403. Varios segmentos de tubo 1605 están conectados mediante una pieza 1604 en U. Los segmentos de tubo 1605 están dispuestos en un cuadrilado rectangular (mosaico cuadrado), como se muestra en corte transversal en la figura 14. El tubo tiene un tramo de tubo 1402 en el interior de la cámara 1410, y el tubo se extiende hacia fuera de la cámara en unos tramos 1508 y 1509. Se señala que, en una realización alternativa que usa piezas en U de modo similar, los segmentos de tubo 1605 se podrían haber dispuesto en un mosaico hexagonal en vez de un mosaico cuadrado. No se han dibujado la entrada 6 y la salida 7 para refrigerante. Las mismas pueden estar situadas en lugares diferentes, como se ha descrito anteriormente respecto a las figuras 1 a 10. Por ejemplo, la entrada para refrigerante puede estar

40 situada en el fondo del recipiente 1401 y la salida para refrigerante puede estar situada en la parte superior del recipiente 1401. Sin embargo, son posibles también otros lugares.

La figura 9 muestra el corte transversal 303 de la figura 3. Los principios explicados con respecto a la figura 9 se pueden aplicar también a recipientes conformados alternativamente, tales como los mostrados en las figuras 13 a 16. Dicho al menos un tramo de tubo 10 en el interior de la cámara 302 tiene un diámetro exterior. Si el diámetro

50 varía a lo largo del tramo de tubo o si una pluralidad de tramos de tubo tienen diámetros diferentes, dicho al menos un tramo de tubo sigue teniendo un diámetro medio d del tubo.

En la cámara 302, dicho al menos un tramo de tubo 10 ocupa algo del espacio. Opcionalmente, otros objetos pueden ocupar un cierto espacio. Un fluido (líquidos, gas) puede ocupar el espacio restante 902. En uso como evaporador, un refrigerante (parcialmente en fase líquida y parcialmente en fase gaseosa) ocupa este espacio. El

55 volumen de este espacio restante, a ocupar por un refrigerante, se puede determinar, por ejemplo, mediante cálculos. Alternativamente, para determinar el volumen del espacio, dicho espacio se puede llenar temporalmente con un líquido, y la cantidad de líquido necesitada para llenar el espacio se puede usar para determinar el volumen de dicho espacio.

El área total A de la superficie exterior 901 de dicho al menos un tramo de tubo se puede determinar mediante cálculos. Por ejemplo, si el radio del tubo es r y la longitud del tramo de tubo es L , entonces, el área A se puede estimar como $A = 2\pi rL$. De este modo, se determina el área total de la superficie exterior que está en contacto (para intercambio de calor) con el refrigerante en el espacio. El diámetro (medio) d del tubo es dos veces el radio r , es decir, $d = 2r$.

El volumen V se puede expresar en milímetros cúbicos (mm^3), el área A se puede expresar en milímetros cuadrados (mm^2) y el diámetro d se puede expresar en milímetros (mm).

El volumen V del espacio así definido, dividido por el producto del área A de la superficie exterior de dicho al menos un tramo de tubo y el diámetro medio d de dicho al menos un tramo de tubo, da como resultado el número N , como sigue:

$$N = \frac{V}{A \cdot d}, \text{ con } A = 2\pi(d/2)L.$$

Ya que para un tramo de tubo de corte transversal circular, el área en sección transversal es igual a $\pi d^2/4$, esto puede expresarse como $N = V/(4V_t)$, donde V_t es el volumen definido por el tramo de tubo, $V_t = \pi d^2 L/4 = Ad/4$.

En ciertas realizaciones preferidas, este número N es menor o igual que 0,15, es decir, $V/V_t \leq 0,6$. En ciertas realizaciones, más preferidas, este número es menor o igual que 0,12, es decir, $V/V_t \leq 0,48$. En ciertas realizaciones, más preferidas, este número es menor o igual que 0,10, es decir, $V/V_t \leq 0,4$. En ciertas realizaciones, más preferidas, este número es menor o igual que 0,09, es decir, $V/V_t \leq 0,36$. En ciertas realizaciones, más preferidas, este número es menor o igual que 0,08, es decir, $V/V_t \leq 0,32$. En ciertas realizaciones, más preferidas, este número es menor o igual que 0,05, es decir, $V/V_t \leq 0,2$.

En todos los casos, el volumen V del refrigerante es relativamente pequeño en comparación con el volumen V_t del tramo de tubo, es decir, $V/V_t \leq 0,6$.

Por ejemplo, la restricción con relación a este número se puede aplicar a cualquier diámetro de tubo dado, para determinar la cantidad de espacio entre segmentos de tubo adyacentes.

Además de esto, en ciertas realizaciones, el número es mayor que 0,03, es decir, $V/V_t > 0,12$.

Como se ilustra, dicho al menos un tramo de tubo en el interior de la cámara 302 comprende una pluralidad de segmentos de tubo 301 adyacentes. Los segmentos de tubo adyacentes pueden estar separados unos respecto a otros, con un espacio s entre un par de segmentos de tubo adyacentes como máximo de 2 milímetros, preferiblemente como máximo 1 milímetro, preferiblemente como máximo 0,5 milímetros. Esta restricción puede reemplazar o complementar la restricción anteriormente mencionada con relación al máximo del número obtenido dividiendo el volumen por el producto del área y el diámetro medio. Esta restricción se puede aplicar a tubos de diámetro grande o pequeño.

En un ejemplo particular, el diámetro del tramo o tramos de tubo puede ser, p. ej., 40 mm o mayor, y los segmentos de tubo adyacentes pueden estar separados unos respecto a otros, con un espacio entre un par de segmentos de tubo adyacentes como máximo de 2 milímetros, preferiblemente como máximo 1 milímetro, preferiblemente como máximo 0,5 milímetros.

La figura 11 ilustra un método para enfriar un líquido. En la etapa 1101, el método comienza proporcionando un ciclo que comprende un compresor 1, un condensador 2, una válvula de expansión 3, 4 y un evaporador, en el que el evaporador comprende un intercambiador de calor 14, y el intercambiador de calor 14 comprende un recipiente 5 para contener un refrigerante. En la etapa 1102, el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador se conectan en comunicación de fluido para formar un ciclo de refrigeración, en el que el evaporador comprende un intercambiador de calor, y el intercambiador de calor comprende un recipiente, teniendo el recipiente una cámara limitada por una superficie de una pared de recipiente, comprendiendo el recipiente una entrada y una salida para el transporte de un refrigerante hacia dentro y hacia fuera de la cámara, en el que se dispone un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador en comunicación de fluido comprende conectar para circulación de fluido la entrada del recipiente con la válvula de expansión y conectar para circulación de fluido la salida del recipiente con el compresor. Se dispone también al menos un tubo, del que al menos un tramo de tubo está en el interior de la cámara, en el que un primer extremo del tramo de tubo está fijado a un primer orificio del recipiente y un segundo extremo del tramo de tubo está fijado a un segundo orificio del recipiente para permitir una comunicación de fluido hacia dentro y/o hacia fuera del tramo de tubo a través del primer orificio y del segundo orificio, en el que dicho al menos un tramo de tubo tiene un diámetro medio. La cámara está provista de un espacio para un fluido, teniendo dicho espacio un volumen. Dicho al menos un tramo de tubo tiene una superficie exterior en contacto con el espacio para el fluido, teniendo dicha superficie un área. El volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,2. El método comprende además, en la etapa 1103, accionar el compresor para hacer circular un refrigerante a través del ciclo de refrigeración que incluye el espacio para el fluido, y hacer que un fluido adicional fluya a través del tramo de tubo.

5 En ciertos ejemplos, dicho al menos un tramo de tubo en el interior de la cámara está dispuesto en una pluralidad de segmentos de tubo adyacentes, en los que los segmentos de tubo adyacentes tienen superficies exteriores enfrentadas, en los que entre un par de segmentos de tubo adyacentes hay un espacio para un fluido, en los que el espacio entre los segmentos de tubo de dicho al menos un tramo de tubo tiene un volumen. Dicho al menos un tramo de tubo tiene una superficie exterior en contacto con el espacio para el fluido, teniendo dicha superficie exterior un área, y el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio de dicho al menos un tramo de tubo es menor que 0,15, 0,12, 0,10, 0,09 o 0,08.

Un ejemplo proporciona un intercambiador de calor, que comprende:

10 un recipiente para contener un refrigerante, teniendo el recipiente una cámara limitada por una superficie de una pared de recipiente, comprendiendo el recipiente una entrada y una salida para el transporte de refrigerante hacia dentro y hacia fuera de la cámara a través de la pared de recipiente;

15 al menos un tubo, del que al menos un tramo de tubo está en el interior de la cámara, en el que un primer extremo del tramo de tubo está fijado a un primer orificio de la pared de recipiente y un segundo extremo del tramo de tubo está fijado a un segundo orificio de la pared de recipiente para permitir una comunicación de fluido hacia dentro y/o hacia fuera del tramo de tubo a través del primer orificio y del segundo orificio;

en el que la cámara del intercambiador de calor presenta un agujero, y en el que el tramo de tubo está dispuesto en una pluralidad de arrollamientos alrededor de una parte de dicha pared de recipiente, cuya parte de pared define dicho agujero;

20 en el que los arrollamientos están dispuestos en un mosaico hexagonal y forman un mazo, con un espacio entre cada par de arrollamientos adyacentes;

en el que la superficie de la pared de recipiente está dispuesta alrededor del mazo, con un espacio entre la pared de recipiente y cada uno de los arrollamientos, que están configurados para estar sumergidos en refrigerante líquido durante el intercambio de calor y están en el exterior del mazo.

25 La disposición de los arrollamientos de tubo en un mosaico hexagonal produce una cantidad relativamente grande de espacio ocupada por el tubo y una cantidad relativamente pequeña de espacio en la cámara en el exterior del tubo. Este último espacio lo ha de ocupar el refrigerante líquido; ya que se reduce el espacio para el refrigerante líquido, se reduce la cantidad total de refrigerante necesaria para mantener un ciclo de refrigeración. El diseño permite un diseño compacto, al tiempo que permite que el refrigerante intercambie calor con el interior del tubo y permite que el refrigerante gaseoso escape hacia arriba.

30 La superficie de la pared de recipiente puede estar dispuesta con dicho espacio entre la pared de recipiente y todos los arrollamientos que están en el exterior del mazo. Esto permite un diseño compacto del intercambiador de calor.

La superficie puede ser una superficie cerrada. Esto permite un diseño compacto y/o robusto.

35 Los arrollamientos en mosaico hexagonal pueden estar dispuestos en filas, consistiendo cada fila en varios arrollamientos, donde el número de arrollamientos en una fila cualquiera difiere de cada fila adyacente en un arrollamiento, en el que, cuando se consideran las filas sucesivas, a su vez, el número de arrollamientos está aumentando o disminuyendo monótonamente, o primero aumenta y luego disminuye. Esto permite un mazo compacto de arrollamientos.

40 La cámara puede tener una forma de un toroide generado por un hexágono o un cuadrilátero. Tal forma de la cámara puede encapsular de modo compacto los tubos. Se señala que los bordes del hexágono o del cuadrilátero pueden estar ligeramente redondeados hacia fuera, por ejemplo, para proporcionar mejor resistencia a las altas presiones en el interior de la cámara.

El hexágono o el cuadrilátero tiene esquinas redondeadas que siguen un contorno del tubo (véase, por ejemplo, cerca del número 402 en la figura 4). Esto reduce más la cantidad de refrigerante a suministrar al interior de la cámara.

45 La distancia entre un eje central del tubo en dos arrollamientos adyacentes multiplicada por la mitad de la raíz cuadrada de tres puede ser menor que un diámetro exterior del tubo. Esto reduce más la cantidad de refrigerante.

50 La distancia desde la superficie interior hasta una circunferencia de un tramo del tubo adyacente a la superficie interior puede ser igual a una distancia entre la circunferencia de un primer arrollamiento del tubo y la circunferencia de un segundo arrollamiento del tubo, en el que el segundo arrollamiento es adyacente al primer arrollamiento. Esto reduce más la cantidad de refrigerante.

El tubo puede tener un diámetro interior de 7 mm, y la distancia entre cada par de arrollamientos adyacentes puede estar entre 0,2 y 0,8 mm. Esto permite un diseño compacto, al tiempo que permite que el refrigerante intercambie calor con el interior del tubo y permite que el refrigerante gaseoso escape hacia arriba.

La cámara puede comprender propano como el refrigerante. Este es un refrigerante adecuado que se usa en pequeñas cantidades. El pequeño tamaño de la parte de la cámara que no está ocupada por los tubos ayuda a reducir la cantidad de refrigerante (p. ej., propano) que se necesita.

5 La salida puede estar dispuesta por encima de un nivel de líquido del refrigerante. Esto impide que el refrigerante escape de la cámara y se mueva en forma líquida hacia el compresor.

La pared de recipiente puede estar encerrada en un cuerpo en forma de toroide. Esto permite reforzar el diseño de varios modos diferentes.

10 Por ejemplo, el cuerpo en forma de toroide puede estar configurado para reforzar la pared de recipiente en vista de una diferencia de presión entre la cámara y el entorno del intercambiador de calor. Esto permite que la pared de recipiente sea de un material menos resistente. Por ejemplo, un material de relleno rígido puede estar ajustado entre la pared de recipiente y el cuerpo en forma de toroide, en el que el cuerpo en forma de toroide y el material de relleno mantienen la pared de recipiente en su sitio.

15 Otro ejemplo es proporcionar un sistema de enfriamiento para enfriar un líquido, comprendiendo un ciclo que comprende un compresor, un condensador, una válvula de expansión o un dispositivo de expansión, y un intercambiador de calor expuesto anteriormente, en comunicación de fluido, en el que la entrada está conectada para circulación de fluido con la válvula de expansión y la salida está conectada para circulación de fluido con el compresor. Esto permite que el intercambiador de calor funcione como un evaporador en el ciclo de refrigeración.

Otro ejemplo es proporcionar un método para enfriar un líquido, comprendiendo el método:

20 proporcionar un ciclo que comprende un compresor, un condensador, una válvula de expansión o un dispositivo de expansión, y un evaporador, en comunicación de fluido, en el que el evaporador comprende un intercambiador de calor, y el intercambiador de calor comprende:

un recipiente para contener un refrigerante, teniendo el recipiente una cámara limitada por una superficie de una pared de recipiente, comprendiendo el recipiente una entrada y una salida para el transporte de refrigerante hacia dentro y hacia fuera de la cámara a través de la pared de recipiente,

25 al menos un tubo, del que al menos un tramo de tubo está en el interior de la cámara, en el que un primer extremo del tramo de tubo está fijado a un primer orificio de la pared de recipiente y un segundo extremo del tramo de tubo está fijado a un segundo orificio de la pared de recipiente para permitir una comunicación de fluido hacia dentro y/o hacia fuera del tramo de tubo a través del primer orificio y del segundo orificio,

30 en el que la cámara del intercambiador de calor presenta un agujero, y en el que el tramo de tubo está dispuesto en una pluralidad de arrollamientos alrededor de una parte de dicha pared de recipiente, cuya parte de pared define dicho agujero,

en el que los arrollamientos están dispuestos en un mosaico hexagonal y forman un mazo, con un espacio entre cada par de arrollamientos adyacentes,

35 en el que la superficie de la pared de recipiente está dispuesta alrededor del mazo, con un espacio entre la pared de recipiente y cada uno de los arrollamientos, que están configurados para estar sumergidos en refrigerante líquido durante el intercambio de calor y están en el exterior del mazo;

conectar para circulación de fluido la entrada con la válvula de expansión y conectar para circulación de fluido la salida con el compresor; y

40 accionar el compresor para hacer circular un refrigerante a través del ciclo de refrigeración, y hacer que un líquido fluya a través del tubo.

45 Los ejemplos y las realizaciones que se han descrito en esta memoria sirven para ilustrar, en lugar de limitar la invención. El experto en la técnica será capaz de diseñar realizaciones alternativas sin salirse del alcance de las reivindicaciones. Los signos de referencia colocados entre paréntesis en las reivindicaciones no se interpretarán que limitan el alcance de dichas reivindicaciones. Los elementos descritos como entidades independientes en las reivindicaciones o la descripción se pueden implementar como un único elemento de hardware o software que combina las características de los elementos descritos.

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor, que comprende:
 - 5 un recipiente para contener un refrigerante, teniendo el recipiente una cámara limitada por una superficie de una pared de recipiente, comprendiendo el recipiente una entrada y una salida para el transporte de un refrigerante hacia dentro y hacia fuera de la cámara;
 - al menos un tubo, del que al menos un tramo de tubo está en el interior de la cámara, en el que un primer extremo del tramo de tubo está fijado a un primer orificio del recipiente y un segundo extremo del tramo de tubo está fijado a un segundo orificio del recipiente para permitir una comunicación de fluido hacia dentro y/o hacia fuera del tramo de tubo a través del primer orificio y del segundo orificio, en el que dicho al menos un tramo de tubo tiene un diámetro medio;
 - 10 en el que la cámara comprende un espacio para el refrigerante, teniendo dicho espacio un volumen, en el que dicho al menos un tramo de tubo tiene una superficie exterior en contacto con el espacio para el fluido, teniendo dicha superficie un área;
 - estando el intercambiador de calor caracterizado por que
 - 15 el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,15.
2. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,12.
3. El intercambiador de calor según la reivindicación 2, en el que el volumen dividido por el producto del área y el diámetro medio es menor o igual que 0,10.
- 20 4. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un tramo de tubo en el interior de la cámara comprende una pluralidad de segmentos de tubo adyacentes, en el que los segmentos de tubo adyacentes están separados unos respecto a otros, con un espacio entre un par de segmentos de tubo adyacentes como máximo de 2 milímetros, preferiblemente como máximo 1 milímetro, preferiblemente como máximo 0,5 milímetros.
5. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un tramo de tubo en el interior de la cámara comprende una pluralidad de segmentos de tubo adyacentes, cuyos segmentos de tubo adyacentes, en un corte transversal de la cámara, forman un mosaico hexagonal o están dispuestos en un cuadrículado rectangular.
- 25 6. El intercambiador de calor según la reivindicación 5, en el que la pluralidad de segmentos de tubo adyacentes del mosaico hexagonal están dispuestos en filas, consistiendo cada fila en varios arrollamientos, en el que el número de arrollamientos en una fila cualquiera difiere de cada fila adyacente en un arrollamiento, en el que, cuando se consideran las filas sucesivas, el número de arrollamientos está aumentando o disminuyendo monótonamente, o primero aumenta y luego disminuye.
- 30 7. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un tramo de tubo está dispuesto en una pluralidad de arrollamientos alrededor de una parte de dicha pared de recipiente y alrededor de una zona externa a la cámara.
- 35 8. El intercambiador de calor según la reivindicación 7, en el que la cámara tiene forma de un toroide generado por un hexágono o un cuadrilátero.
9. El intercambiador de calor según la reivindicación 8, en el que el hexágono o el cuadrilátero tiene esquinas redondeadas que siguen un contorno del tubo.
10. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que una distancia entre un eje central del tubo en dos arrollamientos adyacentes multiplicada por la mitad de la raíz cuadrada de tres es menor que un diámetro exterior del tubo.
- 40 11. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que una distancia desde la superficie de la pared de recipiente hasta una circunferencia de un primer segmento de dicho al menos un tramo de tubo adyacente a la superficie es sustancialmente igual a una distancia entre esa circunferencia y la circunferencia de un segundo segmento de dicho al menos un tramo de tubo adyacente al primer segmento.
- 45 12. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que el espacio para el fluido comprende propano como el refrigerante.
13. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que el recipiente comprende además un cuerpo y la pared de recipiente está encerrada en el cuerpo, en el que el cuerpo está configurado para reforzar la pared de recipiente en vista de una diferencia de presión entre la cámara y el entorno del intercambiador de calor.
- 50

14. El intercambiador de calor según la reivindicación 13, en el que el cuerpo es un cuerpo en forma de toroide.

5 15. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, que comprende además un compresor, un condensador y una válvula de expansión, en el que el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el intercambiador de calor están en comunicación de fluido, en el que la entrada está conectada para circulación de fluido con la válvula de expansión y la salida está conectada para circulación de fluido con el compresor.

16. Un método para enfriar un fluido, que comprende:

disponer un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, en comunicación de fluido para formar un ciclo de refrigeración, en el que el evaporador comprende un intercambiador de calor según la reivindicación 1,

10 en el que disponer un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador en comunicación de fluido comprende conectar para circulación de fluido la entrada del recipiente con la válvula de expansión y conectar para circulación de fluido la salida del recipiente con el compresor;

comprendiendo además el método:

15 accionar el compresor para hacer circular un refrigerante a través del ciclo de refrigeración que incluye el espacio para el fluido, y hacer que un fluido adicional fluya a través del tramo de tubo.

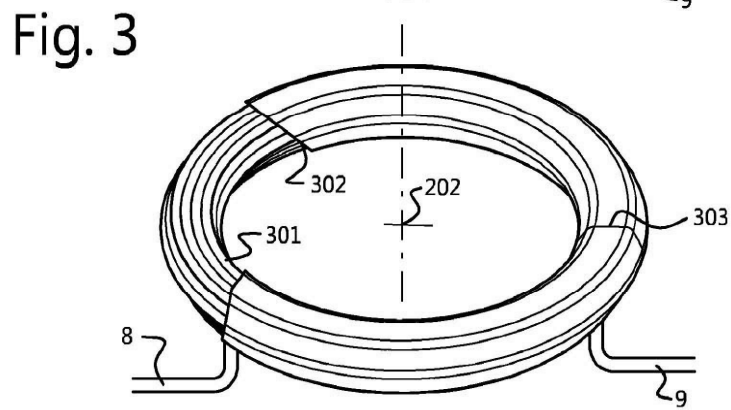
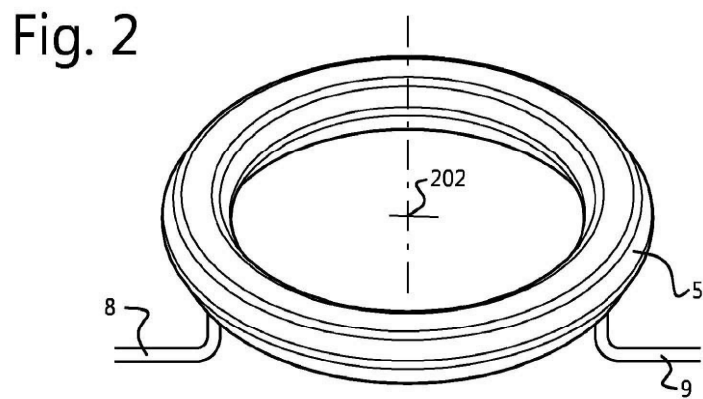
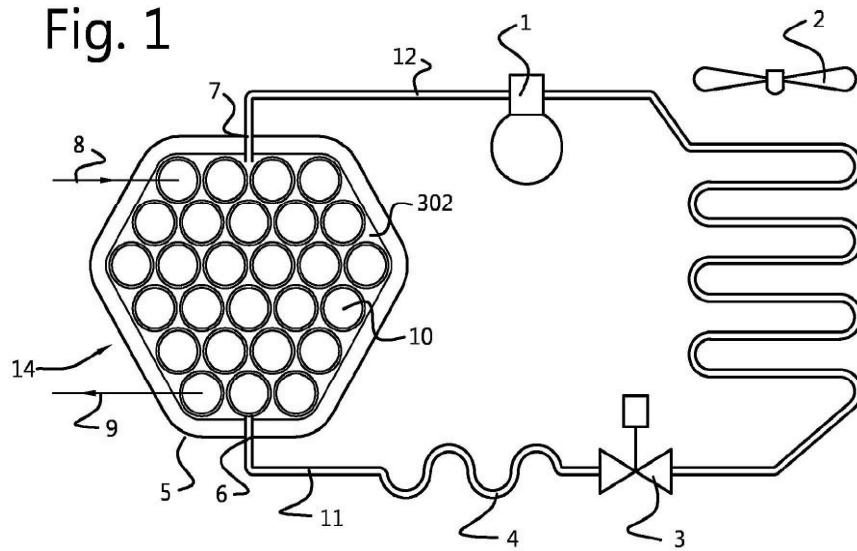


Fig. 4

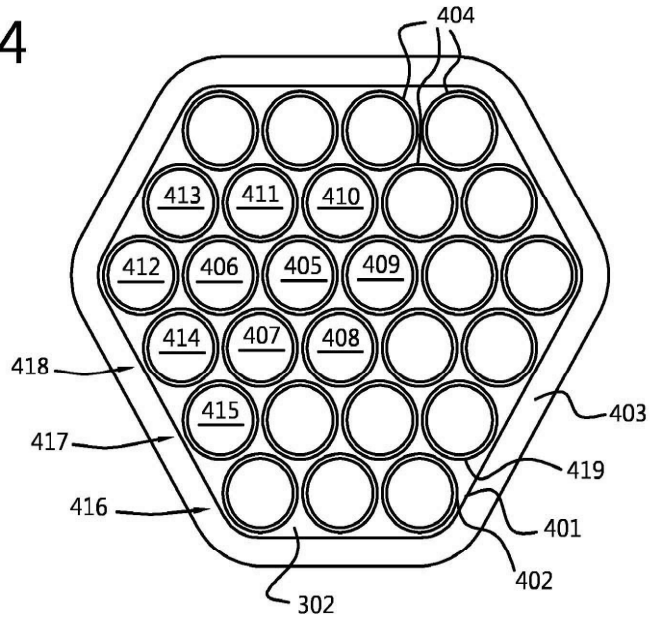


Fig. 5

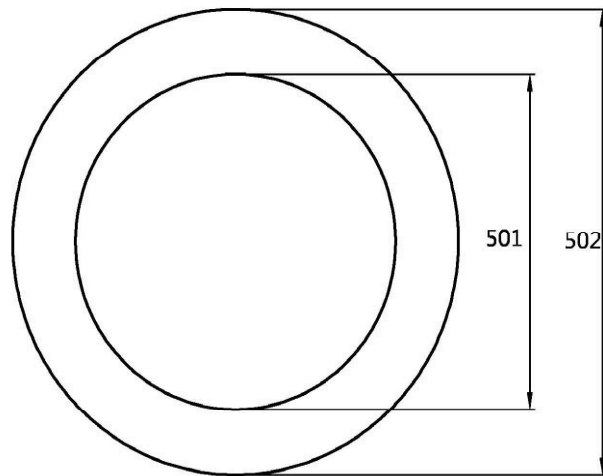


Fig. 6

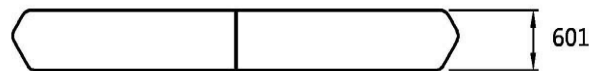


Fig. 7

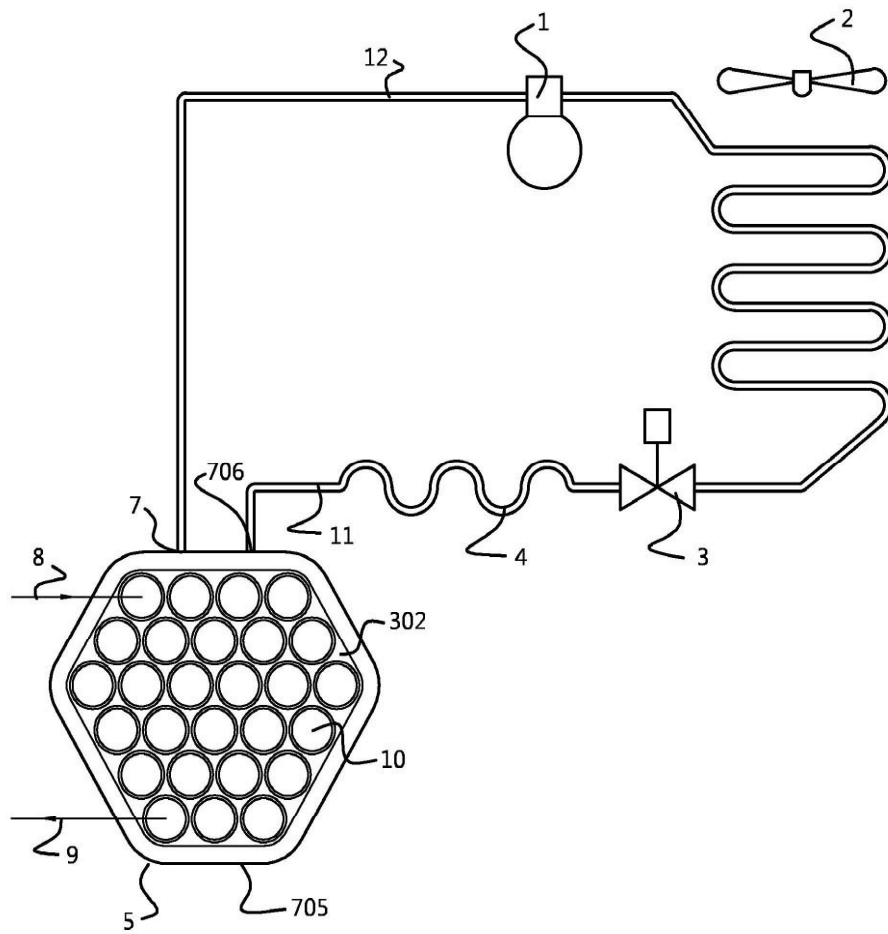


Fig. 8

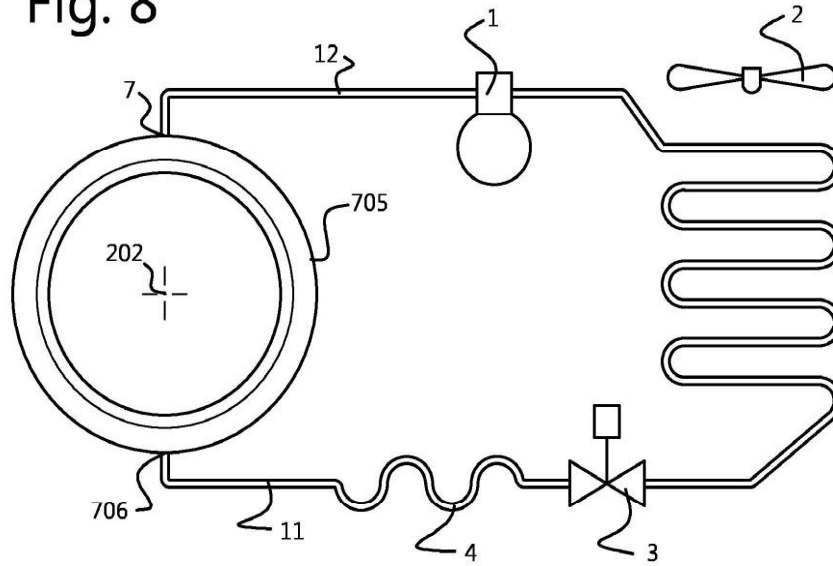


Fig. 9

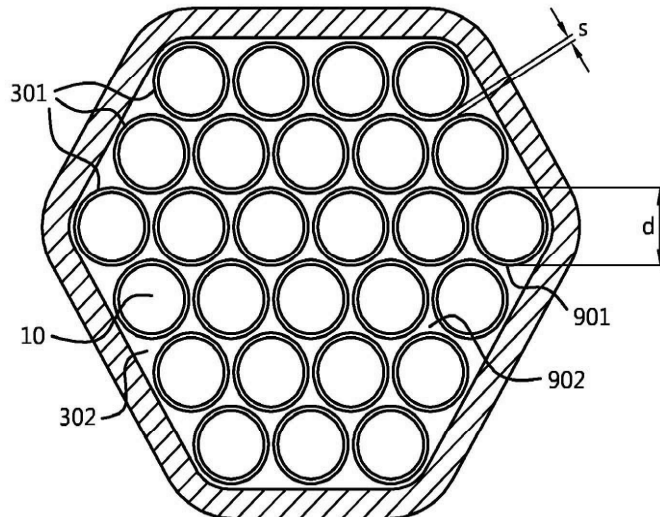


Fig. 10

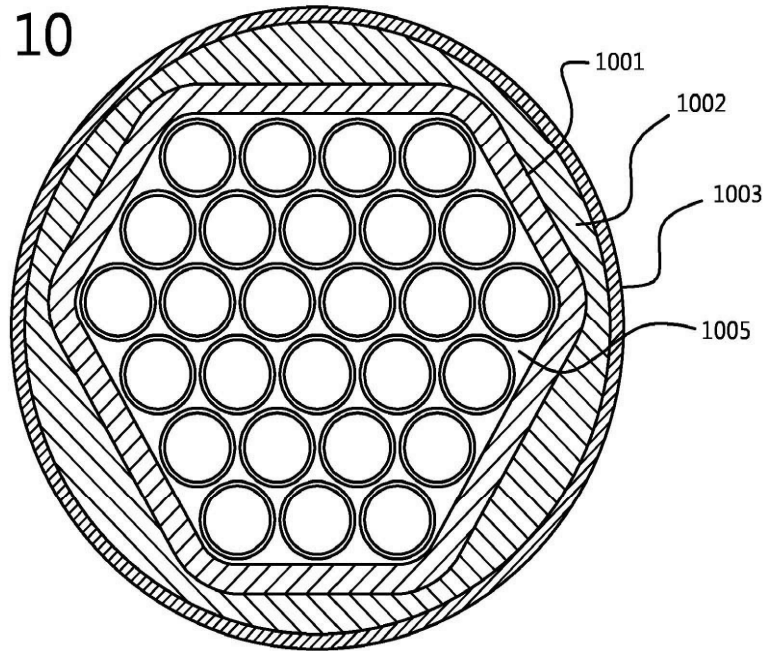


Fig. 11

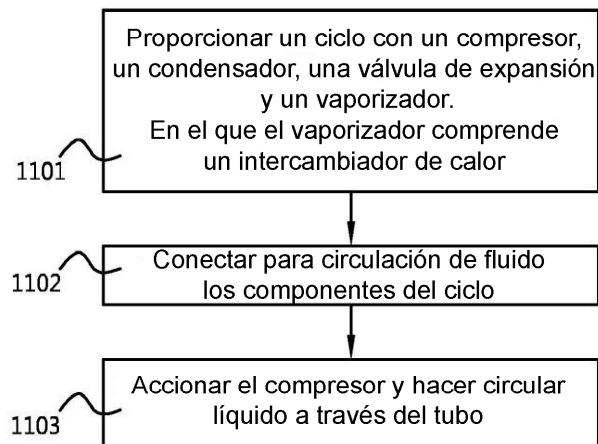


Fig. 12

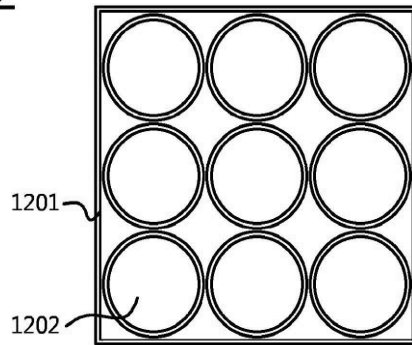


Fig. 13

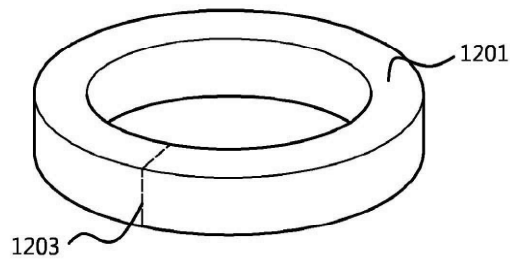


Fig. 14

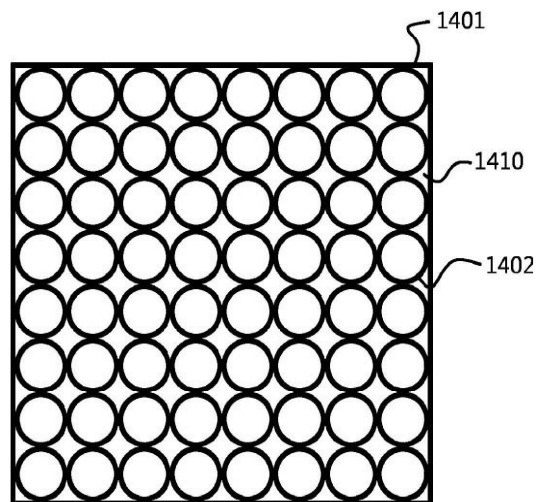


Fig. 15

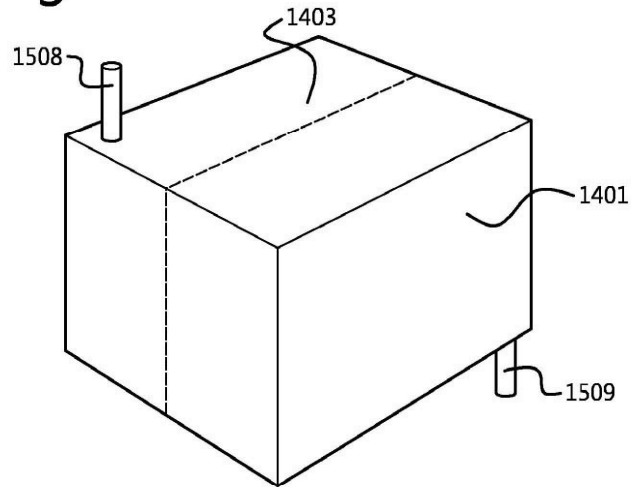


Fig. 16

