



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 315 463**

⑤1 Int. Cl.:
F25B 1/10 (2006.01)
F25B 9/00 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **03252306 .0**
⑨6 Fecha de presentación : **11.04.2003**
⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1359379**
⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **05.11.2003**

⑤4 Título: **Sistema refrigerante que utiliza dióxido de carbono como refrigerante.**

③0 Prioridad: **15.04.2002 JP 2002-112015**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

⑦3 Titular/es: **Sanden Corporation**
20 Kotobuki-cho
Isesaki-shi, Gunma 372-8502, JP

⑦2 Inventor/es: **Negishi, Masami**

⑦4 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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 refrigerante que utiliza dióxido de carbono como refrigerante.

5 La presente invención se refiere a un sistema de ciclo de refrigeración que utiliza dióxido de carbono como refrigerante.

El documento EP-A-1046869 da a conocer un sistema de refrigeración mecánico de dos fases que utiliza dióxido de carbono como refrigerante.

10 La Figura 7 muestra un sistema de ciclo de refrigeración conocido que utiliza dióxido de carbono (CO_2) como refrigerante.

15 Este sistema de ciclo de refrigeración tiene un compresor 1, un radiador 2, una válvula de expansión 3 y un absorbedor de calor 4; y hace circular un refrigerante de CO_2 de manera secuencial en el siguiente orden: compresor 1 $\rightarrow$ radiador 2 $\rightarrow$ válvula de expansión 3 $\rightarrow$ absorbedor de calor 4 $\rightarrow$ compresor 1, tal como muestran las flechas de la Figura 7. En consecuencia, el calor del aire de una habitación es absorbido por el absorbedor de calor 4, y la habitación se enfría.

20 A continuación se describirá la operación de refrigeración de una habitación por parte de dicho sistema de ciclo de refrigeración, haciendo referencia al diagrama de Mollier de la Figura 8. El compresor 1 comprime el refrigerante de CO_2 (presión del refrigerante: $0,4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$) hasta una presión que excede el punto crítico de la línea de líquido saturado y de la línea de vapor saturado, por ejemplo, $1 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$ (A $\rightarrow$ B, Figura 8). A continuación, el refrigerante de CO_2 comprimido se descarga al exterior con el radiador 2 (B $\rightarrow$ C, Figura 8). Posteriormente, el refrigerante de CO_2 liberado del calor se expande según la línea isoentálpica con la válvula de expansión 3 a efectos de disminuir la presión (C $\rightarrow$ D, Figura 8). El refrigerante de CO_2 , que se convierte en vapor húmedo debido a dicha disminución de presión, absorbe calor del aire de la habitación en el absorbedor de calor. Por lo tanto, la habitación es refrigerada (D $\rightarrow$ A, Figura 8).

30 Por lo tanto, a efectos de obtener una capacidad de refrigeración deseada, incluso en verano, cuando la temperatura exterior es alta, el sistema de ciclo de refrigeración que descarga calor hacia el exterior requiere un compresor que obtenga una elevada presión de descarga.

35 No obstante, incluso aunque dicho sistema de ciclo de refrigeración utiliza un compresor 1 con una elevada capacidad de refrigeración, su rendimiento es más bajo que el rendimiento de sistemas de ciclo de refrigeración que utilizan refrigerantes basados en clorofluorocarbonos e hidrocarbonos.

40 Teniendo en cuenta dichos problemas, el presente solicitante propuso un sistema de ciclo de refrigeración según la Patente Japonesa abierta a inspección pública número 11-94379. En este sistema de ciclo de refrigeración, un compresor 1 está compuesto por un primer compresor (no mostrado) y un segundo compresor (no mostrado); un radiador 2 está compuesto por un primer radiador (no mostrado) y un segundo radiador (no mostrado); y el eje de accionamiento giratorio del segundo compresor y el eje de salida giratorio del mecanismo de expansión están conectados entre sí. Se hace circular un refrigerante de CO_2 de manera secuencial en el siguiente orden: primer compresor $\rightarrow$ primer radiador $\rightarrow$ segundo compresor $\rightarrow$ segundo radiador $\rightarrow$ mecanismo de expansión $\rightarrow$ absorbedor de calor $\rightarrow$ primer compresor.

45 Según este sistema de ciclo de refrigeración, el refrigerante es comprimido por el primer compresor, dicho refrigerante comprimido es descargado por el primer radiador, dicho refrigerante descargado es comprimido por el segundo compresor y dicho refrigerante comprimido es descargado por el segundo radiador. La utilización del primer compresor y del segundo compresor reduce la potencia necesaria para todo el compresor.

50 El objetivo de la presente invención es dar a conocer un sistema de ciclo de refrigeración que tiene una estructura diferente con respecto al sistema de ciclo de refrigeración descrito en la Patente Japonesa abierta a inspección pública número 11-94379, que permite obtener una presión de refrigeración deseada sin aumentar la potencia de todo el compresor y que presenta un efecto de refrigeración mejorado.

55 Según la presente invención, se da a conocer un sistema de ciclo de refrigeración que tiene un conducto de refrigerante para hacer circular un refrigerante de dióxido de carbono de manera secuencial hacia un primer compresor, un primer radiador, un mecanismo de expansión, y un absorbedor de calor, y descargar calor de dicho primer radiador en estado supercrítico,

60 en el que un segundo compresor está dispuesto en el conducto de refrigerante entre dicho absorbedor de calor y dicho primer compresor, y un eje de accionamiento giratorio de dicho segundo compresor y un eje de salida giratorio de dicho mecanismo de expansión están conectados entre sí,

estando caracterizado el sistema de ciclo de refrigeración por comprender además:

65 un conducto de desviación, uno de cuyos extremos está conectado al conducto de refrigerante conectado a la entrada de gas de dicho segundo compresor, y cuyo otro extremo está conectado al conducto de refrigerante conectado a la salida de gas de dicho segundo compresor para evitar el paso por dicho segundo compresor, en el que

ES 2 315 463 T3

dicho conducto de desviación está dotado de una válvula de conmutación.

Según la presente invención, se hace circular un refrigerante de CO₂ de manera secuencial en el siguiente orden: segundo compresor → primer compresor → radiador → mecanismo de expansión → absorbedor de calor → segundo compresor, a efectos de refrigerar habitaciones y similares. En este ciclo de refrigeración, debido a que la fuerza de accionamiento del segundo compresor es obtenida a partir de la potencia generada por la acción de expansión del refrigerante en el mecanismo de expansión, una pequeña cantidad de potencia resulta suficiente para accionar el primer compresor, y es posible minimizar la energía procedente de fuentes de suministro externas.

El objetivo descrito anteriormente, así como otros objetivos, características y ventajas adicionales de la presente invención, resultarán comprensibles de manera evidente a partir de la siguiente descripción y dibujos adjuntos.

En los dibujos:

la Figura 1 es un diagrama de un circuito de refrigerante de un sistema de ciclo de refrigeración según un primer ejemplo;

la Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra la estructura que conecta un segundo compresor con un mecanismo de expansión según el primer ejemplo;

la Figura 3 es un diagrama de Mollier de un sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo;

la Figura 4 es un diagrama de un circuito de refrigerante de un sistema de ciclo de refrigeración según una realización preferida;

la Figura 5 es un diagrama de un circuito de refrigerante de un sistema de ciclo de refrigeración según un segundo ejemplo;

la Figura 6 es un diagrama de Mollier de un sistema de ciclo de refrigeración según el segundo ejemplo;

la Figura 7 es un diagrama de un circuito de refrigerante de un sistema de ciclo de refrigeración convencional; y

la Figura 8 es un diagrama de Mollier de un sistema de ciclo de refrigeración convencional.

Las Figuras 1 a 3 muestran un primer ejemplo de sistemas de ciclo de refrigeración. Los mismos componentes que los descritos previamente en los ejemplos convencionales, haciendo referencia a la Figura 7 y a la Figura 8, se han indicado mediante los mismos numerales y caracteres.

Este sistema de ciclo de refrigeración utiliza CO₂ como refrigerante. Tal como puede observarse en la Figura 1, el sistema de ciclo de refrigeración conecta de manera secuencial un primer compresor 1a, un primer radiador 2a, un mecanismo de expansión 3a, un absorbedor de calor 4 y un segundo compresor 1b mediante un conducto de refrigerante 5. El sistema de ciclo de refrigeración hace circular el refrigerante de CO₂ de manera secuencial en el siguiente orden: segundo compresor 1b → primer compresor 1a → primer radiador 2a → mecanismo de expansión 3a → absorbedor de calor 4 → segundo compresor 1b, tal como indican las flechas en línea continua de la Figura 1, a efectos de refrigerar las habitaciones utilizando la acción de absorción de calor del absorbedor de calor 4.

En el sistema de ciclo de refrigeración configurado de esta manera, el segundo compresor 1b y el mecanismo de expansión 3a tienen la configuración mostrada en la Figura 2, es decir, adoptan un mecanismo de compresión/expansión de tipo espiral.

El segundo compresor 1b tiene una entrada de gas 11 en la parte exterior y una salida de gas 12 en la parte central, y una espiral giratoria 13 gira en la dirección de la flecha de la Figura 2 (en el sentido de las agujas del reloj con respecto a la Figura 2). Por lo tanto, el refrigerante de CO₂ es absorbido por la entrada de gas 11, es comprimido entre la espiral giratoria 13 y la espiral fija 14, y dicho refrigerante de CO₂ comprimido es descargado por la salida de gas 12.

El mecanismo de expansión 3a tiene una configuración inversa con respecto a la del segundo compresor 1b. De manera específica, el mecanismo de expansión 3a tiene una salida de gas 31 en la parte exterior y una entrada de gas 32 en la parte interior, y una espiral giratoria 33 gira en la dirección de la flecha de la Figura 2 (en el sentido contrario al de las agujas del reloj con respecto a la Figura 2). Por lo tanto, el refrigerante de CO₂ es absorbido por la entrada de gas 32, se expande entre la espiral giratoria 33 y la espiral fija 34, y es descargado por la salida de gas 31.

El eje de accionamiento giratorio del segundo compresor 1b está conectado al eje de salida giratorio del mecanismo de expansión 3a a través de un eje 6, tal como puede observarse en la Figura 2, y el accionamiento del mecanismo de expansión 3a provoca el accionamiento del segundo compresor 1b.

A continuación se describirá el cambio en el refrigerante del sistema de ciclo de refrigeración según el presente ejemplo. En primer lugar, cuando se activa el primer compresor 1a, el refrigerante de CO₂ es comprimido, y la presión

ES 2 315 463 T3

del mismo es aplicada a través del primer radiador 2a en la entrada de gas 32 del mecanismo de expansión 3a. Por lo tanto, el mecanismo de expansión 3a gira, y la fuerza de giro de dicho mecanismo de expansión 3a hace girar el segundo compresor 1b.

Mediante dicho funcionamiento del primer compresor 1a, el segundo compresor 1b y el mecanismo de expansión 3a, el refrigerante de CO₂ es comprimido por el segundo compresor 1b, y es comprimido adicionalmente por el primer compresor 1a. Tras las dos etapas de compresión, el refrigerante pasa al primer radiador 2a instalado exteriormente. La presión del refrigerante de CO₂ que ha pasado por el radiador se reduce en el mecanismo de expansión 3a, y dicho refrigerante absorbe calor del aire de la habitación en el absorbedor de calor 4, y es absorbido por el segundo compresor 1b.

A continuación se describirá el sistema de ciclo de refrigeración descrito anteriormente, haciendo referencia al diagrama de Mollier mostrado en la Figura 3. El segundo compresor 1b comprime el refrigerante de CO₂, por ejemplo, de 0,4x10⁶ kg/m² a P1 kg/m² (A → B). El primer compresor 1a comprime adicionalmente el refrigerante de P1 kg/m² a aproximadamente 1x10⁶ kg/m² (B1 → B). A continuación, el refrigerante pasa al primer radiador 2a (B → C), y a partir de ese momento la presión de dicho refrigerante disminuye de 1x10⁶ kg/m² a 0,4x10⁶ kg/m² según la línea isoentrópica (C → D1). Posteriormente, el refrigerante de CO₂ a menor presión circula nuevamente hacia el segundo compresor 1b (D1 → A).

En este caso, el ciclo A → B → C → D mostrado en la figura 3 es un ejemplo convencional (un ejemplo en el que la presión del refrigerante cambia de 0,4x10⁶ kg/m² a 1x10⁶ kg/m² solamente mediante el primer compresor 1a), y (h) indica la entalpía. A continuación se describirá la acción de enfriamiento del sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo en comparación con la acción de enfriamiento del sistema de ciclo de refrigeración según un ejemplo convencional.

La potencia (WA1) de un compresor de un sistema de ciclo de refrigeración convencional es:

$$WA1 = (hB - hA)$$

Por otro lado, el sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo tiene una estructura en la que el eje de accionamiento giratorio del primer compresor 1b está conectado al eje de salida giratorio del mecanismo de expansión 3a a través de un eje común 6. En consecuencia, la potencia generada por la acción de expansión del refrigerante en el mecanismo de expansión 3a es utilizada para comprimir el refrigerante en el segundo compresor 1b. Por lo tanto, la potencia (WA2) del compresor 1a es la siguiente:

$$WA2 = (hB - hB1)$$

Asimismo, el efecto de refrigeración (WB1) del sistema de ciclo de refrigeración convencional es el siguiente:

$$WB1 = (hA - hD)$$

Por otro lado, el efecto de refrigeración (WB2) del sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo es el siguiente:

$$WB2 = (hA - hD1)$$

Además, el COP (coeficiente de rendimiento) ($\varepsilon\gamma1$) del sistema de ciclo de refrigeración convencional es el siguiente:

$$\varepsilon\gamma1 = WB1/WA1$$

El COP ($\varepsilon\gamma2$) del sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo es el siguiente:

$$\varepsilon\gamma2 = WB2/WA2$$

En este caso, tal como puede observarse en la figura 3, debido a que WA1 > WA2, y WB1 < WB2, la relación entre cada COP es la siguiente:

$$\varepsilon\gamma1 < \varepsilon\gamma2$$

Por lo tanto, el sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo consume menos energía que el sistema de ciclo de refrigeración convencional, y también presenta un mejor COP. Debido a que el mecanismo de expansión 3a del sistema de ciclo de refrigeración según la presente invención expande el refrigerante de CO₂ de manera adiabática, la presión del refrigerante cambia según la línea isoentrópica, y el efecto de refrigeración es mejorado.

La Figura 4 muestra una realización preferida de la invención, que incorpora un sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo descrito anteriormente. En el dibujo, los componentes coincidentes con los del ejemplo descrito anteriormente se indican mediante los mismos numerales y caracteres de referencia, omitiéndose la descripción de los mismos.

En la realización preferida, un conducto de desviación 7 que evita el paso por el segundo compresor 1b está instalado en el conducto de refrigerante 5 en el que está instalado dicho segundo compresor 1b descrito anteriormente. Un extremo del conducto de desviación 7 está conectado al conducto de refrigerante 5 conectado a la entrada de gas 31 del segundo compresor 1b, y el otro extremo del conducto de desviación 7 está conectado al conducto de refrigerante 5 conectado a la salida de gas 32 del segundo compresor 1b. Una válvula de conmutación 8 está instalada en la mitad del conducto de desviación 7.

Según la realización preferida, la válvula de conmutación 8 se abre cuando el primer compresor 1a entra en funcionamiento. De este modo, tal como muestran las flechas en línea continua de la Figura 4, el refrigerante de CO₂ es absorbido por el lado de succión del primer compresor 1a a través del conducto de desviación 7, y la presión en el lado de succión del mecanismo de expansión 3a aumenta. Al mismo tiempo que el aumento de presión, el mecanismo de expansión 3a es accionado, y el segundo compresor 1b también es accionado. A continuación, después de que el mecanismo de expansión 3a y el segundo compresor 1b han sido accionados, la válvula de conmutación 8 se cierra. Por lo tanto, tal como muestran las flechas en línea discontinua de la Figura 4, todo el refrigerante de CO₂ circula hacia el segundo compresor 1b, y el funcionamiento cambia a funcionamiento regular.

Según la realización preferida, cuando el primer compresor 1a inicia su funcionamiento, la presión de succión del mecanismo de expansión 3a aumenta rápidamente, y el cambio al funcionamiento regular se lleva a cabo de manera suave y en poco tiempo.

Las Figuras 5 y 6 muestran otro ejemplo del sistema de ciclo de refrigeración. En los dibujos, los componentes coincidentes con los de la realización preferida descrita anteriormente se indican mediante los mismos numerales y caracteres de referencia, omitiéndose la descripción de los mismos.

En otro ejemplo, el conducto de refrigerante 5 entre el primer compresor 1a y el segundo compresor 1b está dotado de un segundo radiador 2. Según este ejemplo adicional, la válvula de conmutación 8 se abre durante el funcionamiento del primer compresor 1a. Por lo tanto, tal como muestran las flechas en línea continua de la Figura 5, el refrigerante de CO₂ es absorbido por el lado de succión del primer compresor 1a a través de un conducto de desviación 7 y un segundo radiador 2b, y la presión en el lado de succión del mecanismo de expansión 3a aumenta. Al mismo tiempo que el aumento de presión, el mecanismo de expansión 3a es accionado, y el segundo compresor 1b también es accionado. A continuación, después de que el mecanismo de expansión 3a y el segundo compresor 1b han sido accionados, la válvula de conmutación 8 se cierra. Por lo tanto, tal como muestran las flechas en línea discontinua de la Figura 5, todo el refrigerante de CO₂ circula hacia el segundo compresor 1b, y el funcionamiento cambia a funcionamiento regular.

A continuación se describirá el ciclo de refrigeración en un funcionamiento regular de este tipo, haciendo referencia al diagrama de Mollier de la Figura 6. El refrigerante de CO₂ es comprimido en el segundo compresor 1b, por ejemplo, de 0,4x10⁶ kg/m² a P2 kg/m² (A → B1). El refrigerante de CO₂ comprimido pasa al segundo radiador 2b (B1 → C1). En el primer compresor 1a, el refrigerante de CO₂ que ha pasado por el radiador es comprimido adicionalmente de P2 kg/m² a 1x10⁶ kg/m² (C1 → B2). A continuación, el refrigerante pasa al primer radiador 2a (B2 → C), y posteriormente, en el mecanismo de expansión 3a, la presión del refrigerante se reduce de 1x10⁶ kg/m² a 0,4x10⁶ kg/m² según la línea isoentrópica (C → D1). A continuación, el refrigerante de CO₂ a menor presión circula nuevamente hacia el segundo compresor 1b (D1 → A).

En este caso, el ciclo A → B → C → D1 mostrado en la Figura 6 muestra el cambio del refrigerante del sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo descrito anteriormente. A continuación se describirá la acción de enfriamiento del sistema de ciclo de refrigeración según el presente ejemplo en comparación con la acción de enfriamiento del sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo descrito anteriormente.

La potencia (WA2) del compresor 1a del sistema de ciclo de refrigeración según el primer ejemplo descrito anteriormente es la siguiente:

$$WA2 = (hb - hb1)$$

La potencia (WA3) del compresor 1a del sistema de ciclo de refrigeración según el presente ejemplo es la siguiente:

$$WA3 = (hb2 - hc1)$$

ES 2 315 463 T3

De este modo, tal como muestra la Figura 6, la relación entre las potencias WA2 y WA3 es la siguiente:

$$WA2 > WA3$$

5

Esto se debe a que el refrigerante absorbido por el primer compresor 1a es irradiado parcialmente en el segundo radiador 2, y la potencia se reduce por la disminución de la entalpía (por un aumento del gradiente de la línea isoentrópica en el primer compresor 1a mayor que el gradiente de la línea isoentrópica en el segundo compresor 1b).

10

Por lo tanto, en el sistema de ciclo de refrigeración según el presente ejemplo, la potencia del compresor 1a disminuye adicionalmente, y dicho sistema de ciclo de refrigeración destaca por el ahorro de energía.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema de ciclo de refrigeración que tiene un conducto de refrigerante (5) para hacer circular un refrigerante de dióxido de carbono de manera secuencial hacia un primer compresor (1a), un primer radiador (2a), un mecanismo de expansión (3a), y un absorbedor de calor (4), y descargar calor de dicho primer radiador (2a) en estado supercrítico,

10 en el que un segundo compresor (1b) está dispuesto en el conducto de refrigerante (5) entre dicho absorbedor de calor (4) y dicho primer compresor (1a), y un eje de accionamiento giratorio de dicho segundo compresor (1b) y un eje de salida giratorio de dicho mecanismo de expansión (3a) están conectados entre sí,

estando **caracterizado** el sistema de ciclo de refrigeración por comprender además:

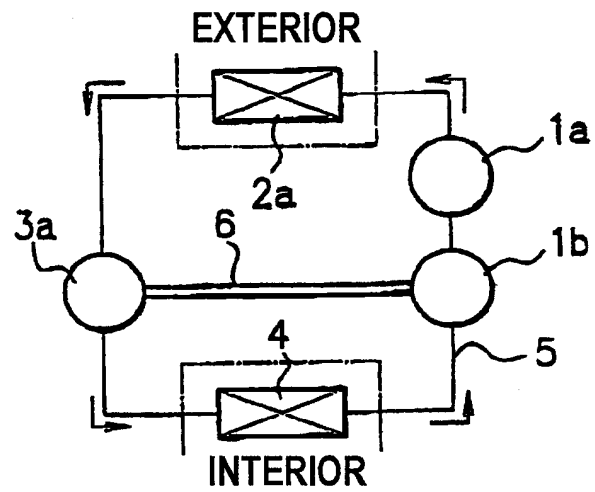
15 un conducto de desviación (7), uno de cuyos extremos está conectado al conducto de refrigerante (5) conectado a la entrada de gas (11) de dicho segundo compresor (1b), y cuyo otro extremo está conectado al conducto de refrigerante (5) conectado a la salida de gas (12) de dicho segundo compresor (1b) para evitar el paso por dicho segundo compresor (1b), en el que

20 dicho conducto de desviación (7) está dotado de una válvula de conmutación (8).

2. Sistema de ciclo de refrigeración según la reivindicación 1, en el que dicho segundo compresor (1b) y dicho mecanismo de expansión (3a) están compuestos por un mecanismo compresor/de expansión de tipo espiral.

25 3. Sistema de ciclo de refrigeración según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho conducto de refrigerante (5) entre dicho primer compresor (1a) y dicho segundo compresor (1b) está dotado de un segundo radiador (2b).

F I G. 1



F I G. 2

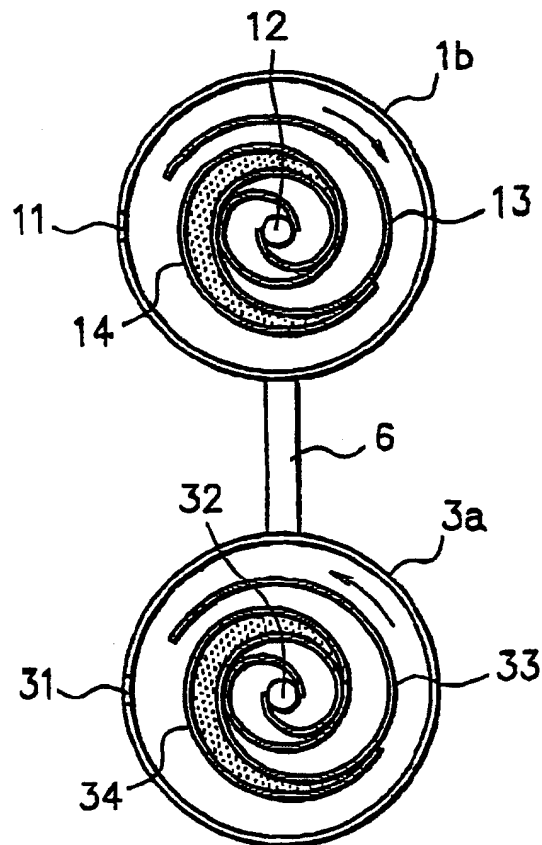


FIG. 3

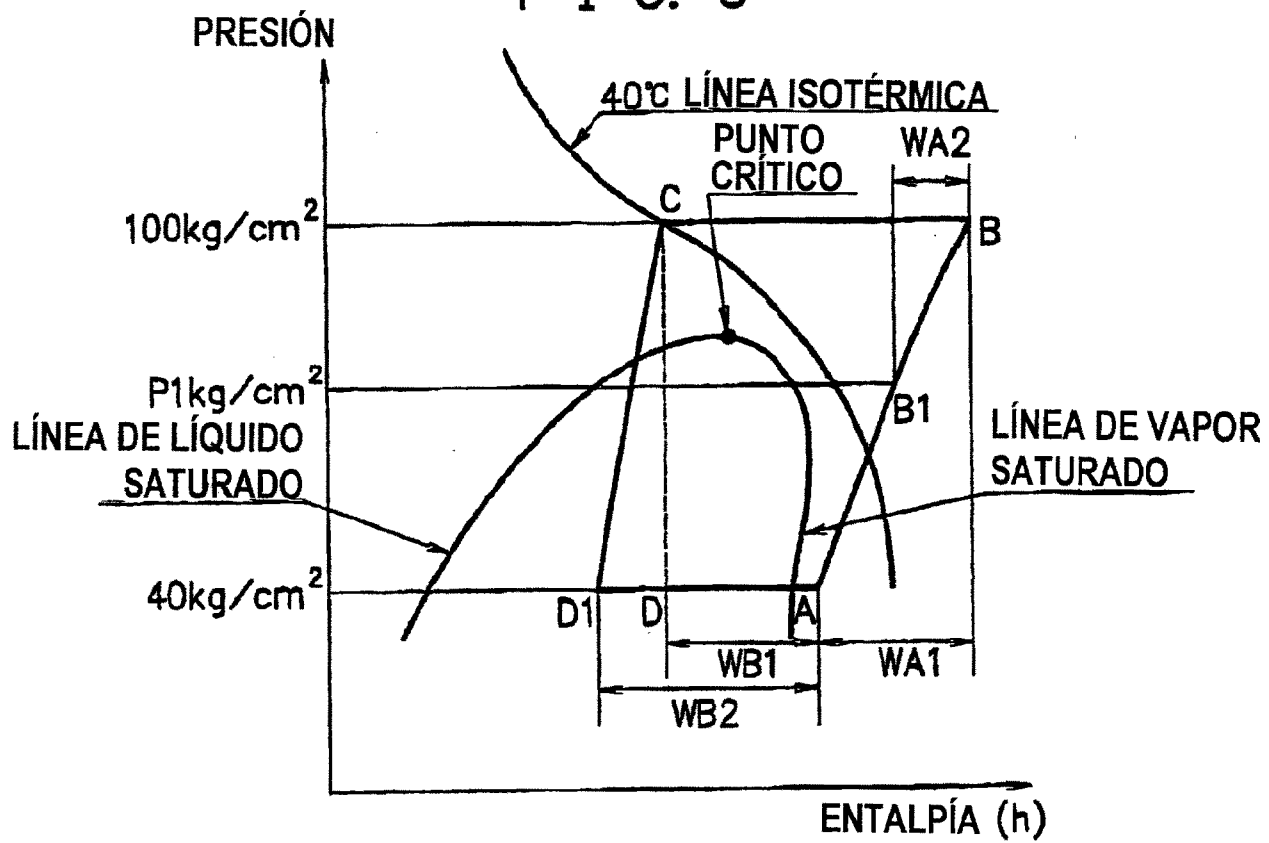


FIG. 4

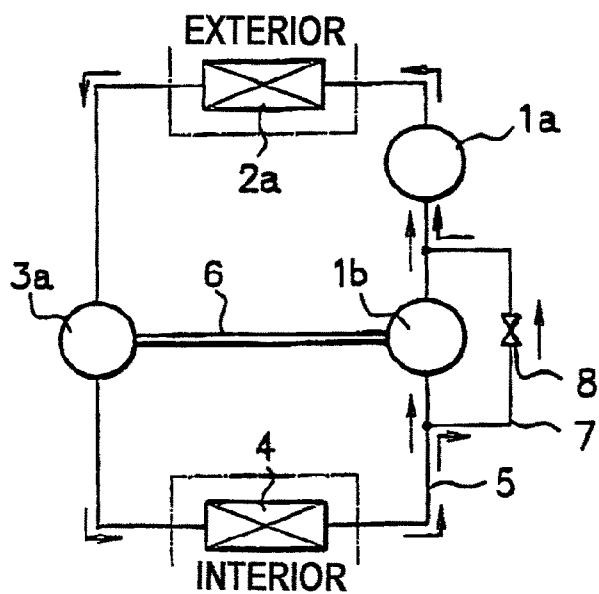


FIG. 5

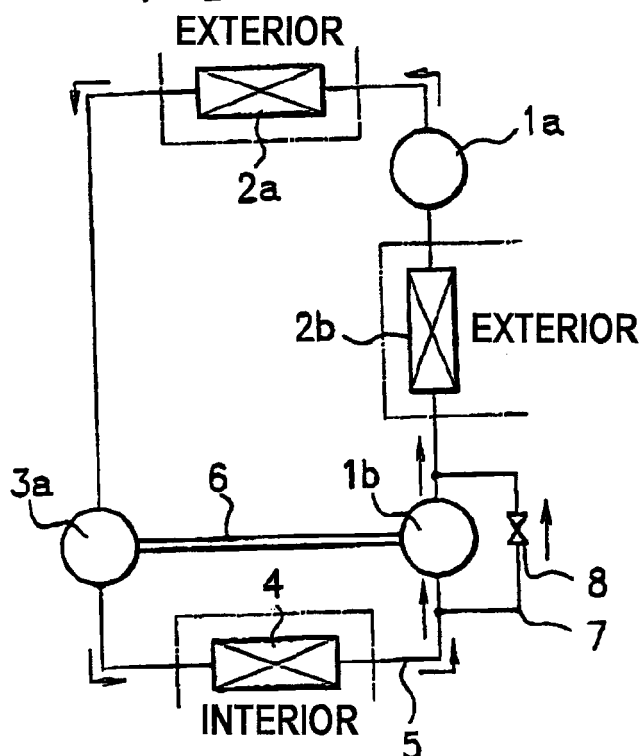
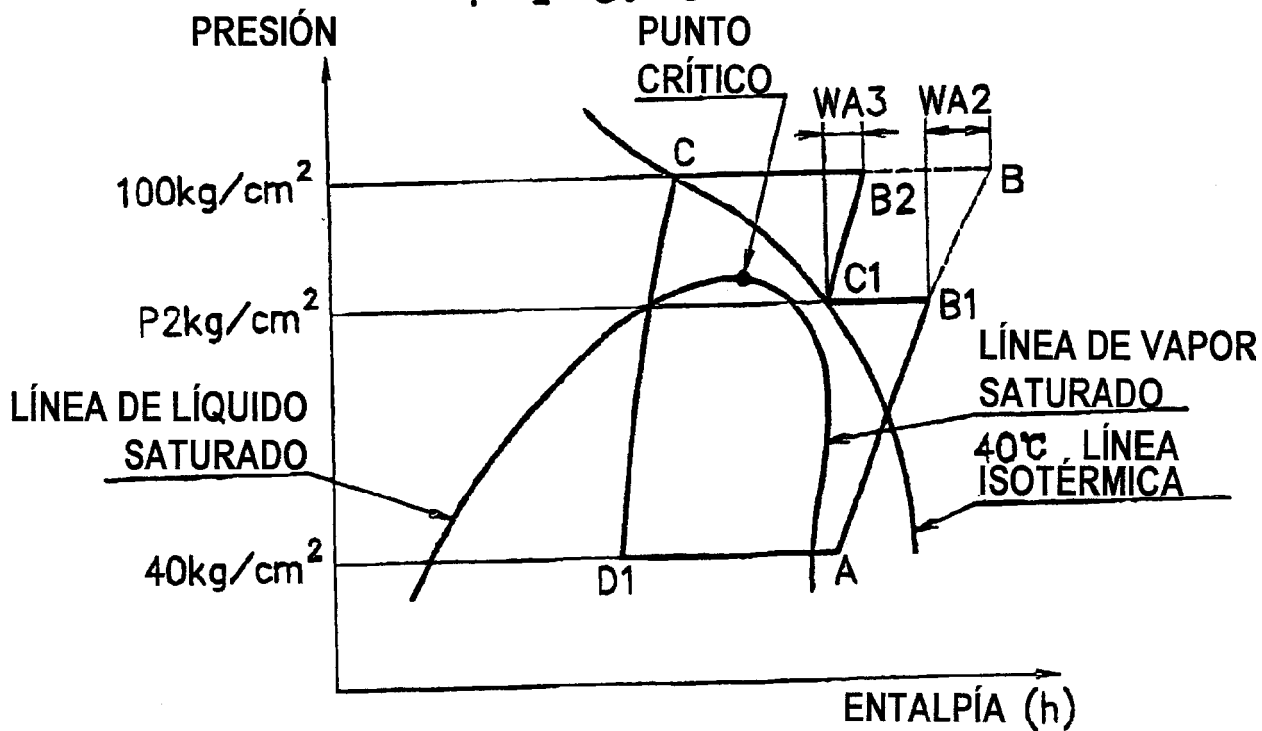
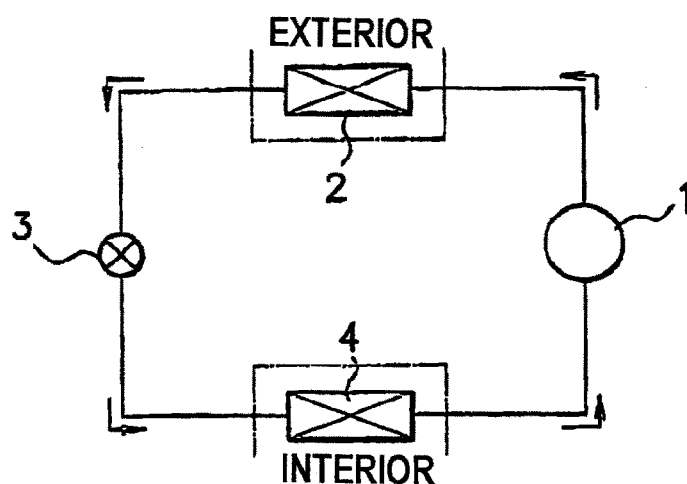


FIG. 6



F I G. 7



F I G. 8

