



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 287 416**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03251621 .3**

86 Fecha de presentación : **17.03.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1347251**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **24.09.2003**

54 Título: **Método para aumentar la eficiencia de un sistema de compresión de vapor calentando el evaporador.**

30 Prioridad: **20.03.2002 US 102411**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

73 Titular/es: **CARRIER CORPORATION**
One Carrier Place
Farmington, Connecticut 06034-4015, US

72 Inventor/es: **Gopalnarayanan, Sivakumar;**
Zhang, Lili y
Sienel, Tobias H.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 287 416 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

Método para aumentar la eficiencia de un sistema de compresión de vapor calentando el evaporador.

Antecedentes de la invención

La presente invención está relacionada en general con un método para aumentar la eficiencia de un sistema de compresión de vapor, calentando el refrigerante del evaporador con el calor proporcionado por el compresor.

Los refrigerantes que contienen cloro han quedado desfasados en la mayor parte del mundo debido a su potencial de destrucción del ozono. Como refrigerantes sustitutivos se han utilizado hidrofluorocarburos (HFC), pero estos refrigerantes siguen teniendo un alto potencial de calentamiento global. Como fluidos de sustitución se han propuesto refrigerantes "naturales", tales como el dióxido de carbono y el propano. Desafortunadamente, también existen problemas con el uso de estos fluidos. El dióxido de carbono tiene un punto crítico bajo, que hace que la mayoría de los sistemas de aire acondicionado que utilizan dióxido de carbono funcionen como trans-críticos o por encima del punto crítico.

Cuando un sistema de compresión de vapor funciona como trans-crítico, la presión del lado alto del refrigerante es típicamente alta, de manera que el refrigerante no cambia las fases desde vapor a líquido cuando pasa a través de intercambiador de calor que despidе el calor. Por tanto, el intercambiador de calor que despidе calor funciona como un refrigerador de gas en un ciclo trans-crítico, en lugar de hacerlo como un condensador. La presión de un fluido sub-crítico es una función de la temperatura en condiciones de saturación (donde están presentes tanto el líquido como el vapor). Sin embargo, la presión de un fluido trans-crítico es una función de la densidad del fluido cuando la temperatura es más alta que la temperatura crítica.

En un sistema de compresión de vapor de la técnica anterior, el calor generado por el motor del compresor se pierde al ser descargado al ambiente, o bien sobrecalienta el gas de aspiración en el compresor. Si el calor sobrecalienta el gas de aspiración en el compresor, la densidad y el caudal de la masa del refrigerante disminuye, disminuyendo la eficiencia del sistema. Sería beneficioso utilizar el calor del compresor para mejorar la eficiencia del sistema y reducir el tamaño y el coste del sistema.

El documento US-A-2677944 divulga un sistema que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1. Otros sistemas están divulgados en los documentos DE 3319318A y EP-A-0933603.

Sumario de la invención

De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de compresión de vapor como se reivindica en la reivindicación 1, y un método de aumentar la capacidad de un sistema de compresión de vapor trans-crítico, como se reivindica en la reivindicación 7.

La eficiencia de un sistema de compresión de vapor puede aumentarse acoplando un evaporador con el compresor para proporcionar calor desde el compresor al refrigerante en el evaporador. Acoplado al evaporador, hay un refrigerador intermedio de un sistema de compresión de vapor de dos etapas para proporcionar el calor al refrigerante del evaporador. El refrigerante del evaporador acepta calor del refrige-

rante del refrigerador intermedio, aumentando la temperatura del refrigerante en el evaporador. Como la presión está directamente relacionada con la temperatura, la temperatura del refrigerante en el evaporador aumenta, aumentando la presión del lado inferior del refrigerante que sale del evaporador. A medida que aumenta la presión del lado inferior, el compresor necesita hacer menos trabajo para llevar el refrigerante al lado de alta presión, aumentando la eficiencia del sistema y/o su capacidad.

Además, como el calor del refrigerante del refrigerador intermedio es despedido hacia el refrigerante del evaporador, el refrigerante del compresor se enfría. Al enfriar el refrigerante del compresor, la densidad y el caudal de masa del refrigerante del compresor aumenta, aumentando la eficiencia del sistema.

Estas y otras características de la presente invención se comprenderán mejor a partir de la siguiente memoria y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Las diversas características y ventajas de la invención quedarán claras para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada del modo de realización preferido actualmente. Los dibujos que acompañan la descripción detallada pueden ser descritos brevemente como sigue:

La figura 1 ilustra un diagrama esquemático de un sistema de compresión de vapor de la técnica anterior;

La figura 2 ilustra un diagrama esquemático de un evaporador acoplado al refrigerador intermedio de un sistema de compresión de vapor de múltiples etapas para aumentar la eficiencia, pero que cae fuera del alcance de la presente invención;

La figura 3 ilustra el acoplamiento del evaporador con el refrigerador intermedio, de acuerdo con la invención;

La figura 4 ilustra un diagrama esquemático del evaporador acoplado a un componente del compresor, para aumentar la eficiencia, pero que cae fuera del alcance de la presente invención; y

La figura 5 ilustra un acoplamiento alternativo del evaporador al componente del compresor, que cae también fuera del alcance de la presente invención.

Descripción detallada del modo de realización preferido

La figura 1 ilustra un diagrama esquemático de un sistema 20 de compresión de vapor de la técnica anterior. El sistema 20 incluye un compresor 22 con un motor 23, un primer intercambiador de calor 24, un dispositivo 26 de expansión, un segundo intercambiador de calor 28 y un dispositivo 30 de inversión del flujo, para invertir el flujo del refrigerante que circula a través del sistema 20. Cuando se funciona en modo de calentamiento, después de que el refrigerante haya salido del compresor 22 a alta presión y entalpía, el refrigerante fluye a través del primer intercambiador de calor 24, el cual actúa como un condensador o refrigerador de gas. El refrigerante pierde calor, saliendo del primer intercambiador de calor 24 con baja entalpía y alta presión. El refrigerante pasa después a través del dispositivo 26 de expansión y la presión baja. Tras la expansión, el refrigerante fluye a través del segundo intercambiador de calor 28, el cual actúa como un evaporador, y sale con una alta entalpía y baja presión. El refrigerante pasa a través de la bomba de calor 30 y después vuelve a entrar en el compresor 22, completando el sistema 20. La bomba de calor 30 puede invertir el flujo del refrigerante para cambiar

el sistema 20 del modo de calentamiento al modo de refrigeración.

En un modo de realización preferido de la invención, se utiliza el dióxido de carbono como refrigerante. Aunque se ilustra el dióxido de carbono, otros refrigerantes pueden beneficiarse de esta invención. Debido a que el dióxido de carbono tiene un punto crítico bajo, los sistemas que utilizan dióxido de carbono como refrigerante requieren normalmente que el sistema 20 de compresión funcione como transcrito. Este concepto puede ser aplicado a los ciclos de refrigeración que funcionan a niveles de presión múltiples, tales como aquellos sistemas que tienen dos o más compresores, refrigeradores de gas, dispositivos de expansión o evaporadores. Aunque se describe un sistema de compresión de vapor transcrito, debe entenderse que puede emplearse un sistema de compresión de vapor sub-crítico convencional. Además, la presente invención puede ser aplicada también a ciclos de refrigeración que funcionan en niveles de presión múltiples, tales como los sistemas que tiene más de un compresor, refrigerador de gas, motores de expansión o evaporadores.

La figura 2 ilustra un sistema 120 de compresión de múltiples etapas que no cae dentro del alcance de la invención. Las referencias numéricas similares están incrementadas en múltiplos de 100 para indicar partes similares. El sistema 120 incluye un dispositivo 126 de expansión, un segundo intercambiador 128 de calor o evaporador, un solo compresor con dos etapas o bien dos compresores 122a y 122b de una sola etapa, un refrigerador intermedio 124a situado entre los dos compresores 122a y 122b, y un primer intercambiador de calor o refrigerador 124b de gas.

El evaporador 128 está acoplado al refrigerador intermedio 124a. El calor del refrigerante en el refrigerador intermedio 124a es aceptado por el refrigerante que pasa a través del evaporador 128. Al aumentar la temperatura del refrigerante en el evaporador 128 se aumenta el rendimiento del evaporador 128 y del sistema 120. Como la presión está directamente relacionada con la temperatura, al aumentar la temperatura del refrigerante que sale del evaporador 128 se aumenta la presión del lado inferior del refrigerante que sale del evaporador 128.

El trabajo del compresor 122a y 122b es una función de la diferencia entre la presión del lado superior y la presión del lado inferior del sistema 120. A medida que aumenta la presión del lado inferior, se requiere que los compresores 122a y 122b trabajen menos, aumentando la eficiencia del sistema 120. Además, a medida que el refrigerante suministra calor en el refrigerador intermedio 128, se requiere que el evaporador 128 efectúe un menor calentamiento del refrigerante, reduciendo o eliminando la función de calentamiento del evaporador 128.

A medida que se despiden calor del refrigerante del refrigerador intermedio 124a hacia el refrigerante del evaporador 128, disminuye la temperatura del refrigerante que sale del refrigerador intermedio 124a y entra en el compresor 122b de la segunda etapa. Esto reduce el sobrecalentamiento del gas de aspiración en el compresor 122b de la segunda etapa, aumentando la densidad y la masa de fluido del refrigerante en el compresor 122b de la segunda etapa, aumentando aún más la eficiencia del sistema 120. La temperatura de descarga del compresor 122b de la segunda etapa se reduce también, prolongando la vida del compresor

122b.

Como se ilustra en la figura 3, el sistema 220 de compresión de vapor de múltiples etapas, de acuerdo con la invención, incluye dos evaporadores 228a y 228b. El primer evaporador 228a está situado entre un primer dispositivo 226a de expansión y el compresor 222a de la primera etapa. El segundo evaporador 228b está situado entre un segundo dispositivo 226b de expansión y el compresor 222a de la primera etapa, y esta acoplado al refrigerador intermedio 224a.

El calor del refrigerante en el refrigerador intermedio 224a es suministrado al refrigerante que pasa a través del segundo evaporador 228b para aumentar la temperatura del refrigerante que sale del segundo evaporador 228b. Además, la temperatura del refrigerante del refrigerador intermedio 224b se reduce, aumentando la eficiencia del sistema 220 al aumentar la densidad y el caudal de masa del gas de aspiración en el compresor 222b de la segunda etapa.

El primer dispositivo 226a de expansión y el segundo dispositivo 226b de expansión controlan el flujo del refrigerante a través de los evaporadores 228a y 228b, respectivamente. Al cerrar el dispositivo 226a de expansión, el refrigerante fluye a través del evaporador 228b y acepta calor del refrigerante del refrigerador intermedio 224a. Alternativamente, al cerrar el dispositivo 226b de expansión, el refrigerante fluye a través del evaporador 228a y no acepta calor del refrigerante del refrigerador intermedio 224a. Ambos dispositivos de expansión, 226a y 226b, pueden ser ajustados en la medida deseada para conseguir un flujo deseado de refrigerante a través de los evaporadores 228a y 228b, respectivamente. Un control 232 supervisa el sistema 220 para determinar la distribución óptima del refrigerante a través de los evaporadores 228a y 228b, y ajusta los dispositivos de expansión 226a y 226b para conseguir la distribución óptima. Por ejemplo, si está pasando refrigerante a través del dispositivo 226a de expansión y el control 232 determina que la eficiencia del sistema 220 es baja, el control 232 comenzará a cerrar el dispositivo 226a de expansión y comenzará a abrir el dispositivo 226b de expansión, aumentando la eficiencia del sistema 220. Una vez que se consigue la eficiencia deseada, se fijan los dispositivos de expansión 226a y 226b para mantener esta eficiencia. Los factores que se utilizarían para determinar la presión óptima están dentro de las aptitudes de quien trabaja en la técnica.

La figura 4 ilustra un sistema 320 de compresión de vapor que cae fuera del alcance de la presente invención y que emplea un evaporador 328 acoplado a un componente 325 de un compresor 322. Preferiblemente, el componente 325 del compresor es un refrigerador de aceite del compresor o un motor del compresor. El calor del compresor 322 es aceptado por el refrigerante del evaporador 328. A medida que aumenta la temperatura del refrigerante del evaporador 328, la presión del lado inferior del sistema 320 aumenta, disminuyendo el trabajo del compresor 322 y aumentando la eficiencia del sistema 320. A medida que la temperatura del refrigerante del compresor 322 disminuye, la eficiencia del sistema 320 aumenta.

Alternativamente, como se ilustra en la figura 5, el sistema 420 (que también cae fuera del alcance de la invención) incluye dos evaporadores 428a y 428b. El primer evaporador 428a está situado entre un primer dispositivo 426a de expansión y el compresor 422, y el segundo evaporador 428b está entre un segundo

dispositivo 426b de expansión y el compresor 422. El segundo evaporador 428b está acoplado con el componente 425 del compresor para aumentar la temperatura del refrigerante en el segundo evaporador 428b y enfriar el componente 425 del compresor.

El primer dispositivo 426a de expansión y el segundo dispositivo 426b de expansión controlan el flujo del refrigerante a través de los evaporadores 428a y 428b, respectivamente. Al cerrar el dispositivo 426a de expansión, el refrigerante fluye a través del evaporador 428b e intercambia calor con el refrigerante del componente 425 del compresor. Alternativamente, al cerrar el dispositivo 426b de expansión, el refrigerante fluye a través del evaporador 428a y no intercambia calor con el refrigerante del componente 425 del compresor. Ambos dispositivos de expansión 426a y 426b pueden ser ajustados en la medida deseada para conseguir el flujo deseado. Un control 432 supervisa el sistema 420 para determinar la distribución óptima del refrigerante a través de los evaporadores 428a y 428b, y ajusta los dispositivos de expansión 426a y 426b para conseguir la distribución óptima. Por ejemplo, si el refrigerante pasa a través del dispositivo 426a de expansión y el control 432 determina que la eficiencia del sistema 420 es baja, el

control 432 comenzará a cerrar el dispositivo 426a de expansión y comenzará a abrir el dispositivo 426b de expansión, aumentando la eficiencia del sistema 420. Una vez que se consigue la eficiencia deseada, se fijan los dispositivos 426a y 426b de expansión para mantener esta eficiencia. Los factores que se utilizarían para determinar la presión óptima están dentro de las aptitudes de quien trabaja en la técnica.

Aunque el refrigerador intermedio 124a y 224a y el componente 325 y 425 del compresor han sido descritos por separado, debe entenderse que un sistema de compresión de vapor podría utilizar tanto el refrigerador intermedio 124a y 224a como el componente 325 y 425 del compresor para calentar el refrigerante del evaporador 128, 228, 328b y 428b. Si se emplean tanto el refrigerador intermedio 124a y 224a como el componente 325 y 425 del compresor, pueden ser aplicados en serie o en paralelo.

Además, aunque se ha descrito que el evaporador 228b está acoplado al refrigerador intermedio 224a, debe entenderse que la transferencia interna de calor entre estos componentes podría tener lugar a través de un tercer medio, tal como el aire.

La descripción precedente es solamente un ejemplo de los principios de la invención.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (220) de compresión de vapor que comprende:

un dispositivo de compresión que comprende una primera etapa (222a) de compresión y una segunda etapa (222b) de compresión para comprimir un refrigerante a alta presión;

un intercambiador de calor (224b) que despidе calor para enfriar dicho refrigerante;

un dispositivo (226a, 226b) de expansión para reducir dicho refrigerante a una baja presión;

un primer intercambiador (228a) de calor que acepta calor y un segundo intercambiador (228b) de calor que acepta calor, configurados en una relación de flujos paralelos, para evaporar dicho refrigerante;

un refrigerador intermedio (224a) que está situado entre dichas etapas de compresión para enfriar aún más dicho refrigerante que pasa a través de dicho refrigerador intermedio; **caracterizado** porque

dicho segundo intercambiador (228b) de calor que acepta calor está acoplado a dicho refrigerador intermedio (224a), de forma que el calor de dicho refrigerante del dicho refrigerador intermedio (224a) es despedido hacia dicho refrigerante en dicho segundo intercambiador (228b) de calor que acepta calor, por lo que dicho segundo intercambiador (228b) de calor acepta calor desde dicho dispositivo de compresión.

2. El sistema que se describe en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de expansión incluye un primer dispositivo (226a) de expansión que controla el flujo de dicho refrigerante a través de dicho primer intercambiador (228a) de calor que acepta calor y un segundo dispositivo (226b) de expansión que controla el flujo de dicho refrigerante a través de dicho segundo intercambiador (228b) de calor que acepta calor.

3. El sistema que se describe en la reivindicación 2, que comprende un control (232) para ajustar el grado de apertura de dicho primer dispositivo (226a) de expansión y dicho segundo dispositivo (226b) de expansión.

4. El sistema que se describe en cualquier reivindicación precedente, en el que dicho refrigerante es dióxido de carbono.

5. El sistema que se describe en cualquier reivindicación precedente, donde dicho sistema incluye además un dispositivo de compresión adicional, un intercambiador de calor adicional que despidе calor, un dispositivo de expansión adicional, y un intercambiador de calor adicional que acepta calor.

6. El sistema que se describe en cualquier reivindicación precedente, en el que dicho refrigerante de dicho intercambiador de calor que acepta calor, acepta el calor desde dicho dispositivo de compresión a través de un medio adicional.

7. Un método para aumentar la capacidad de un sistema de compresión de vapor trans-crítico, que comprende los pasos de:

comprimir un refrigerante a una alta presión en la primera y segunda etapas (222a, 222b);

enfriar dicho refrigerante;

expandir dicho refrigerante a una baja presión;

evaporar dicho refrigerante en el primer y segundo evaporadores (228a, 228b) configurados en una relación de flujo paralelo;

efectuar una refrigeración intermedia de dicho refrigerante en un refrigerador intermedio (224a) dispuesto entre la primera y segunda etapas de compresión; **caracterizado** por:

acoplar dicho evaporador (228b) a dicho refrigerador intermedio (224a) para transferir calor desde el paso de compresión al paso de evaporación.

8. El método que se describe en la reivindicación 7, en el que dicho refrigerante es dióxido de carbono.

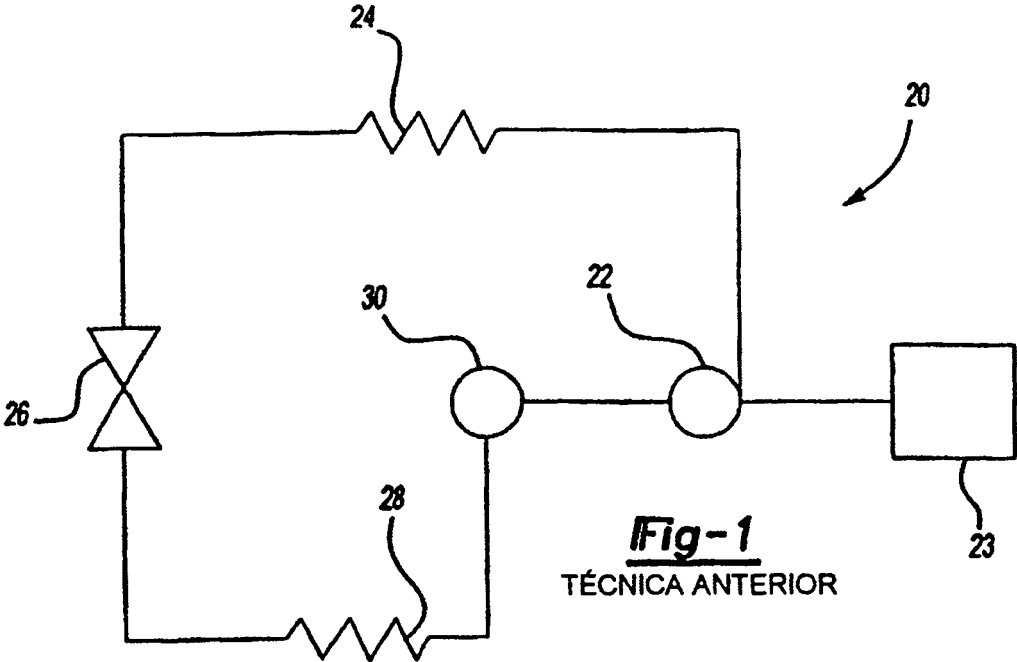


Fig-1
TÉCNICA ANTERIOR

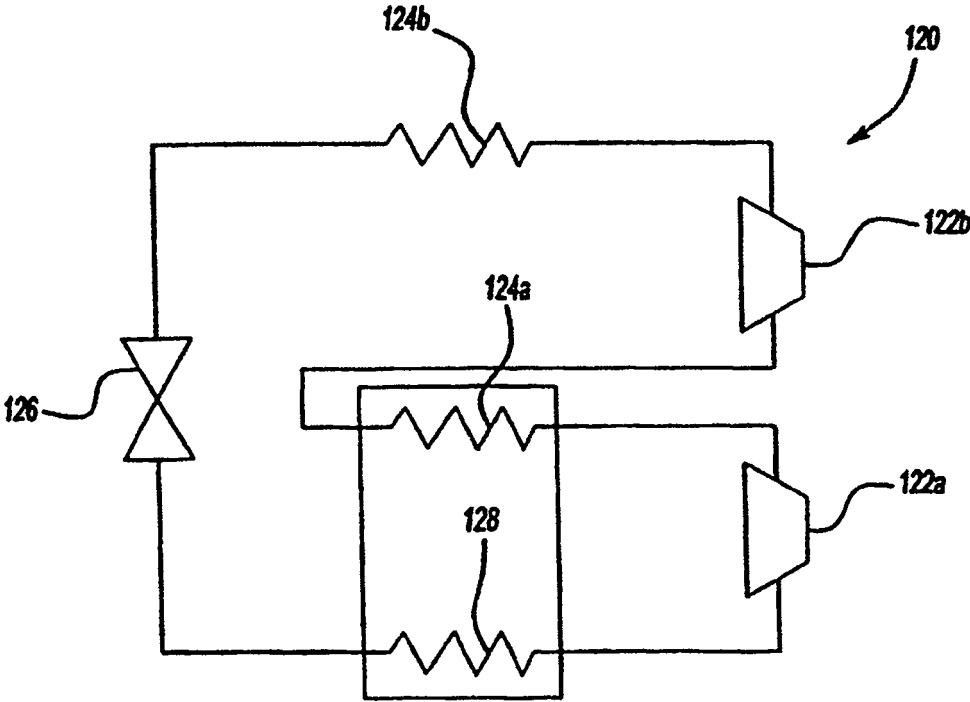


Fig-2

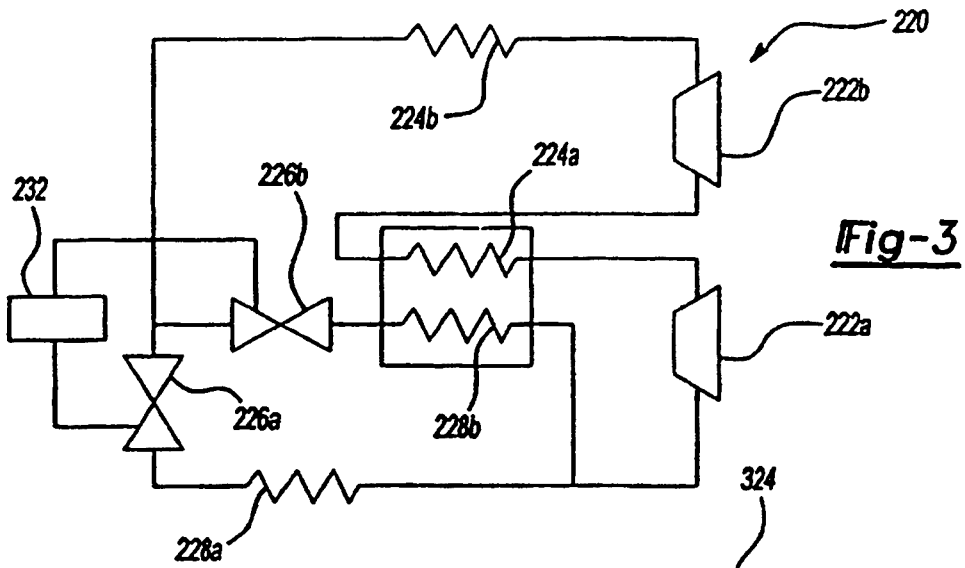


Fig-4

