

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 362**

51 Int. Cl.:

**F25B 41/06** (2006.01)

**F16K 1/42** (2006.01)

**F16K 47/02** (2006.01)

**F25B 41/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2011 PCT/JP2011/071574**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2012 WO12039450**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2011 E 11826895 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 2620724**

54 Título: **Válvula de expansión**

30 Prioridad:

**24.09.2010 JP 2010213239**

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

**31.03.2020**

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)  
Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-  
chome Kita-ku Osaka-shi  
Osaka 530-8323 , JP**

72 Inventor/es:

**KIKUCHI, YOSHIMASA;  
WAKISAKA, SHIGETAKA;  
SHIMAMURA, TAKASHI;  
TOMIOKA, KEIJI y  
FUKUOKA, MOTOHIKO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 751 362 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**

Válvula de expansión

**Campo técnico**

5 La presente invención está relacionada con una válvula de expansión, y en particular está relacionada con una válvula de expansión que se proporciona a un circuito de refrigerante de un aparato de refrigeración y que despresuriza un líquido refrigerante.

**Técnica anterior**

10 En el pasado, han existido válvulas de expansión tales como la descrita en la Literatura de Patente 1 (Solicitud de Patente Japonesa Abierta a la inspección pública N° 2009-228689). Esta válvula de expansión se proporciona a un circuito de refrigerante de un aparato de refrigeración y se utiliza para despresurizar un líquido refrigerante, y como se muestra en la Figura 5, la válvula de expansión tiene principalmente un cuerpo principal 10 de la válvula, un cuerpo 20 de la válvula, y un mecanismo 30 de accionamiento. El cuerpo principal 10 de la válvula es un miembro en el cual está conformado un asiento 12 de la válvula que se abre a una cámara 11 de la válvula. Conformadas en el cuerpo principal 10 de la válvula están una entrada 13 de refrigerante por la que fluye hacia dentro refrigerante desde el lateral de la cámara 11 de la válvula, y una salida 14 de refrigerante por la que fluye hacia fuera refrigerante por debajo de la cámara 11 de la válvula. Un tubo 40 de flujo de entrada de refrigerante está conectado a la entrada 13 de refrigerante, y un tubo 50 de flujo de salida de refrigerante está conectado a la salida 14 de refrigerante. El cuerpo 20 de la válvula es un miembro que el mecanismo 30 de accionamiento hace que realice un movimiento de vaivén con respecto al asiento 12 de la válvula. El mecanismo 30 de accionamiento está compuesto por un motor, un solenoide, o similar. Con una configuración como esta, el caudal de refrigerante líquido que pasa entre el tubo 40 de flujo de entrada de refrigerante y el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante se ajusta mientras se despresuriza el refrigerante. Válvulas de expansión adicionales se describen en los documentos JP 2007/292336 A, JP 2004/340260A, JP H09/42510 A, JP 2004/132498 o EP 2211077 A2.

**Resumen de la invención**

25 En la válvula de expansión convencional descrita anteriormente, en el asiento 12 de válvula está conformado un orificio 80 como se muestra en la Figura 6. Este orificio 80 está compuesto sólo por una parte 81 que tiene el mismo diámetro (un diámetro D0) a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante (específicamente, hacia abajo a lo largo de la línea X del eje en la dirección del movimiento de vaivén del cuerpo 20 de la válvula). Existen casos en los que una válvula de expansión de este tipo se utiliza bajo condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada 13 de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida 14 de refrigerante también en una única fase líquida, y el ruido generado en dichas condiciones de uso se convierte en un problema.

30 Un objeto de la presente invención es minimizar el ruido que se produce bajo condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida de refrigerante también en una única fase líquida, en una válvula de expansión que se proporciona a un circuito de refrigerante de un aparato de refrigeración y que despresuriza un líquido refrigerante.

35 Una válvula de expansión de acuerdo con la invención es una válvula de expansión que se proporciona a un circuito de refrigerante de un aparato de refrigeración y que despresuriza un líquido refrigerante, comprendiendo la válvula de expansión un cuerpo principal de la válvula en el cual está conformado un asiento de la válvula que se abre al interior de una cámara de la válvula, y un cuerpo de la válvula que realiza un movimiento de vaivén con respecto a la cámara de la válvula. Un orificio conformado en el asiento de la válvula tiene una entrada del orificio que tiene el menor diámetro, una sección media del orificio que se ensancha en diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la entrada del orificio para formar un primer ángulo de conicidad, y una salida del orificio que o bien se ensancha en diámetro o no cambia de diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la sección media del orificio para formar un segundo ángulo de conicidad menor que el primer ángulo de conicidad, en donde una segunda longitud en la dirección del flujo de salida de la salida del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es igual o menor que la primera longitud en la dirección del flujo de salida de la sección media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante.

40 Los inventores de la presente solicitud de patente han descubierto que cuando se utiliza la válvula de expansión bajo condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida de refrigerante en una única fase líquida, se provoca ruido por sonidos procedentes de la cavitación cuando el refrigerante pasa a través del orificio y por sonidos de resonancia en el tubo de flujo de salida de refrigerante después de que el refrigerante pase a través del orificio. Específicamente, en la válvula de expansión convencional, cuando el refrigerante pasa a través del orificio, se produce separación del flujo de refrigerante inmediatamente después de que el refrigerante haya fluido desde la cámara de la válvula, la cual tiene una gran sección transversal de paso de flujo, hasta el orificio, el cual tiene una pequeña sección transversal de paso de flujo. Descensos localizados de presión son provocados por esta separación, y se produce cavitación en las partes en las que se producen estos descensos localizados de presión. Esta cavitación es una causa del ruido. Cuando la separación en el flujo de refrigerante se produce mientras el refrigerante está pasando a través del orificio, el

refrigerante saldrá a chorro, haciendo que la presión fluctúe, y el refrigerante fluirá al interior del tubo de flujo de salida de refrigerante a través de la salida de refrigerante. Se producen sonidos de resonancia en el tubo de flujo de salida de refrigerante debidos a que la fluctuación de presión alcanza el tubo de flujo de salida de refrigerante. Estos sonidos de resonancia son una causa del ruido.

- 5 En vista de esto, los inventores de la presente solicitud de patente han realizado experimentos minuciosos hacia el diseño de una forma del orificio que trataría de solucionar este ruido. Los inventores de la presente solicitud de patente han descubierto que el ruido descrito anteriormente se puede minimizar si el orificio tiene una entrada del orificio que tiene el menor diámetro, una sección media del orificio que se ensancha en diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la entrada del orificio para formar un primer ángulo de conicidad, y una salida del orificio que o bien se ensancha en diámetro o no cambia de diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la sección media del orificio para formar un segundo ángulo de conicidad menor que el primer ángulo de conicidad.

15 Con una forma del orificio como esta, el refrigerante que fluye entrando por el orificio desde la cámara de la válvula fluye primero al interior de la entrada del orificio del orificio, similar al ejemplo convencional, inmediatamente después de lo cual se produce separación del flujo, y es probable que se produzcan descensos locales de presión debido a esta separación. Sin embargo, debido al conformado de la sección media del orificio que se ensancha en diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la entrada del orificio, la presión del refrigerante se puede recuperar inmediatamente después de que haya fluido al interior de la entrada del orificio. Dicha recuperación de presión minimiza la aparición de cavitación, y como resultado minimiza los sonidos provocados por cavitación cuando el refrigerante pasa a través del orificio. Con la mera intención de recuperar presión del refrigerante a través de la sección media del orificio, existe un riesgo de que la separación de flujo de refrigerante se siga produciendo, de que el refrigerante salga a chorro, haciendo que la presión fluctúe, y de que el refrigerante fluya hacia el interior del tubo de flujo de salida de refrigerante a través de la salida de refrigerante. Sin embargo, el refrigerante separado se puede reaglutinar debido al conformado de la salida del orificio en la que el diámetro se ensancha o el diámetro no cambia desde la sección media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante para formar un segundo ángulo de conicidad que es menor que el primer ángulo de conicidad. Dicho reaglutinamiento del refrigerante minimiza las ocasiones en que se produce salida a chorro lo que provoca fluctuación de presión, y como resultado, el sonido de resonancia en el tubo de flujo de salida de refrigerante se minimiza.

20 30 Como se ha descrito anteriormente, en la válvula de expansión, el empleo de la forma del orificio que tiene la entrada del orificio, la sección media del orificio, y la salida del orificio como se ha descrito anteriormente hace que sea posible minimizar ruidos que se producen cuando la válvula de expansión se utiliza en condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida de refrigerante también en una única fase líquida.

35 En esta válvula de expansión, debido a que la segunda longitud en la dirección del flujo de salida de refrigerante de la salida del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es igual o menor que la primera longitud en la dirección del flujo de salida de la sección media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante, se puede impedir que la salida del orificio se vuelva demasiado larga, y se pueden impedir incrementos de pérdida de presión en la salida del orificio.

40 Una válvula de expansión de acuerdo con una primera realización preferida es la válvula de expansión de acuerdo con la invención, caracterizada por que una primera longitud en la dirección del flujo de salida de la sección media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es una o más veces el diámetro mínimo de la entrada del orificio.

45 En esta válvula de expansión, debido a que la primera longitud en la dirección del flujo de salida de la sección media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es una o más veces el diámetro mínimo de la entrada del orificio, se puede reaglutinar refrigerante no sólo en la salida del orificio sino también en la sección media del orificio, por lo cual el efecto de minimización de sonidos de resonancia en el tubo de flujo de salida de refrigerante se puede mejorar.

50 Una válvula de expansión de acuerdo con una segunda realización preferida es la válvula de expansión de acuerdo con la invención o con la primera realización, caracterizada por que el primer ángulo de conicidad es mayor o igual que 10 grados y menor o igual que 60 grados.

55 En esta válvula de expansión, debido a que el primer ángulo de conicidad es mayor o igual que 10 grados, el efecto de recuperación de presión inmediatamente después de que el refrigerante haya fluido al interior de la entrada del orificio se puede conseguir de manera fiable. Además, debido a que el primer ángulo de conicidad es menor o igual que 60 grados, también es posible que el refrigerante en la sección media del orificio se reaglutine. Específicamente, en esta válvula de expansión, tener el primer ángulo de conicidad dentro del rango de ángulos descrito anteriormente hace que tanto recuperación de presión como reaglutinamiento de refrigerante sean posibles.

Una válvula de expansión de acuerdo con una tercera realización preferida es la válvula de expansión de acuerdo con cualquiera de la invención o con las realizaciones primera o segunda, caracterizada por que un segundo ángulo de inclinación formado por la salida del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante es mayor que un primer ángulo de inclinación formado por la sección media del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante, y es de 90 grados o menos.

En esta válvula de expansión, debido a que el segundo ángulo de inclinación formado por la salida del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante es de 90 grados o menos, se puede impedir que el diámetro se estreche a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante. De este modo se puede impedir que el flujo de refrigerante se contraiga en la salida del orificio, y el efecto de minimización de la fluctuación de presión en la salida del orificio se puede mejorar.

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de una válvula de expansión de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 es una vista en sección transversal que muestra un asiento de válvula de una válvula de expansión de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 es una gráfica que muestra la relación entre número de cavitación y valor de ruido dependiendo de diferencias en la forma de un orificio conformado en el asiento de la válvula.

La Figura 4 es una vista en sección transversal que muestra el asiento de válvula de una válvula de expansión de acuerdo con un ejemplo comparativo.

La Figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de una válvula de expansión de acuerdo con un ejemplo convencional.

La Figura 6 es una vista en sección transversal que muestra el asiento de válvula de la válvula de expansión de acuerdo con el ejemplo convencional.

### Descripción de realizaciones

Se describe a continuación, basándose en los dibujos, una realización de la válvula de expansión de acuerdo con la presente invención. La configuración específica de la realización de la válvula de expansión de acuerdo con la presente invención no está limitada a la siguiente realización, y se puede modificar dentro de un rango que no se desvía del alcance de la invención.

#### (1) Configuración

La Figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de una válvula de expansión 1 de acuerdo con una realización de la presente invención. La Figura 2 es una vista en sección transversal que muestra un asiento de válvula de una válvula de expansión de acuerdo con una realización de la presente invención. Componentes en las Figuras 1 y 2 que son similares a los de las Figuras 5 y 6 que muestran un ejemplo convencional (específicamente, componentes diferentes al orificio 80) se denotan mediante los mismos símbolos.

Similar al ejemplo convencional (Figuras 5 y 6), la válvula de expansión 1 es una válvula de expansión que se proporciona a un circuito de refrigerante de un aparato de refrigeración y que despresuriza un líquido refrigerante, y la válvula de expansión tiene principalmente un cuerpo principal 10 de la válvula, un cuerpo 20 de la válvula, y un mecanismo 30 de accionamiento. El cuerpo principal 10 de la válvula es un miembro en el cual está conformado un asiento 12 de la válvula que se abre al interior de una cámara 11 de la válvula. Conformadas en el cuerpo principal 10 de la válvula están una entrada 13 de refrigerante por la que fluye hacia dentro refrigerante desde el lateral de la cámara 11 de la válvula, y una salida 14 de refrigerante por la que fluye hacia fuera refrigerante por debajo de la cámara 11 de la válvula. Un tubo 40 de flujo de entrada de refrigerante está conectado a la entrada 13 de refrigerante, y un tubo 50 de flujo de salida de refrigerante está conectado a la salida 14 de refrigerante. El cuerpo 20 de la válvula es un miembro que el mecanismo 30 de accionamiento hace que realice un movimiento de vaivén con respecto al asiento 12 de la válvula. El mecanismo 30 de accionamiento está compuesto por un motor, un solenoide, o similar. Esta configuración está diseñada de manera que el caudal de refrigerante líquido que pasa entre el tubo 40 de flujo de entrada de refrigerante y el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante se ajusta mientras se despresuriza el refrigerante. También existen casos en los cuales la válvula de expansión 1 se utiliza en condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada 13 de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida 14 de refrigerante también en una única fase líquida.

En el asiento 12 de la válvula, similar al ejemplo convencional (Figura 6), un orificio 60 está conformado en el asiento 12 de la válvula. El orificio 60 tiene una entrada 61 del orificio, una sección media 62 del orificio, y una salida 63 del orificio.

La entrada 61 del orificio, que está orientada hacia la cámara 11 de la válvula, es la parte que tiene el menor diámetro. La entrada 61 del orificio es una parte cilíndrica que tiene el mismo diámetro (un diámetro mínimo  $D_0$ ) a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante (específicamente, hacia abajo a lo largo de una línea X del eje de la dirección del movimiento de vaivén del cuerpo 20 de la válvula). Denotando la longitud de la entrada 61 del orificio en la dirección del flujo de salida de refrigerante como la longitud  $L_0$  de la entrada, la longitud  $L_0$  de la entrada es mucho menor que el diámetro mínimo  $D_0$ , y en este caso es 0,3 veces o menos la longitud del diámetro mínimo  $D_0$ . Al entrar en contacto con la entrada 61 del orificio, el cuerpo 20 de la válvula bloquea el flujo de refrigerante entre la entrada 13 de refrigerante y la salida 14 de refrigerante, y al separarse de la entrada 61 del orificio, el cuerpo 20 de la válvula permite que fluya refrigerante entre la entrada 13 de refrigerante y la salida 14 de refrigerante.

La sección media 62 del orificio es una parte cilíndrica que se ensancha en diámetro desde la entrada 61 del orificio hacia la dirección del flujo de salida de refrigerante de modo que se crea un primer ángulo de conicidad  $\alpha$ . Denotando la longitud de la sección media 62 del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante como la primera longitud  $L_1$  en la dirección del flujo de salida, la primera longitud  $L_1$  en la dirección del flujo de salida es una o más veces el diámetro mínimo  $D_0$ . El primer ángulo de conicidad  $\alpha$  es un ángulo mayor o igual que 10 grados y menor o igual que 60 grados. El ángulo de inclinación formado por la sección media 62 del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante (el ángulo en el lado que forma un ángulo agudo en este caso) es un primer ángulo de inclinación  $\theta$ .

La salida 63 del orificio es una parte cilíndrica en la cual el diámetro se ensancha o el diámetro no cambia desde la sección media 62 del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante, para formar un segundo ángulo de conicidad  $\beta$  que es menor que el primer ángulo de conicidad  $\alpha$ . Denotando la longitud de la salida 63 del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante como la segunda longitud  $L_2$  en la dirección del flujo de salida, la segunda longitud  $L_2$  en la dirección del flujo de salida es igual o menor que la primera longitud  $L_1$  en la dirección del flujo de salida. La segunda longitud  $L_2$  en la dirección del flujo de salida es también igual o mayor que 0,3 veces el diámetro mínimo  $D_0$ . Denotando el ángulo de inclinación formado por la salida 63 del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante (el ángulo en el lado que forma un ángulo agudo en este caso) como el segundo ángulo de inclinación  $\xi$ , el segundo ángulo de inclinación  $\xi$  es mayor que el primer ángulo de inclinación  $\theta$  y es igual o menor que 90 grados.

## (2) Acción y Características

Cuando la válvula de expansión 1 descrita anteriormente se acciona, similar al ejemplo convencional, refrigerante que fluye entrando por el orificio 60 desde la cámara 11 de la válvula fluye en primer lugar al interior de la entrada 61 del orificio del orificio 60, inmediatamente después de lo cual se produce separación de flujo, y es probable que se produzcan descensos locales de presión debidos a esta separación. Sin embargo, debido al conformado de la sección 62 media del orificio que se ensancha en diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la entrada 61 del orificio, la presión del refrigerante se puede recuperar inmediatamente después de que haya fluido al interior de la entrada 61 del orificio. Dicha recuperación de presión minimiza la aparición de cavitación, y como resultado minimiza los sonidos provocados por cavitación cuando el refrigerante pasa a través del orificio 60. Con la mera intención de recuperar presión de refrigerante a través de la sección 62 media del orificio, existe un riesgo de que la separación de flujo de refrigerante se siga produciendo, de que el refrigerante salga a chorro haciendo que la presión fluctúe, y de que el refrigerante fluya hacia el interior del tubo 50 de flujo de salida de refrigerante a través de la salida 14 de refrigerante. Sin embargo, el refrigerante separado se puede reaglutinar debido al conformado de la salida 63 del orificio en la que el diámetro se ensancha o el diámetro no cambia desde la sección 62 media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante para formar un segundo ángulo de conicidad  $\beta$  que es menor que el primer ángulo de conicidad  $\alpha$ . Dicho reaglutinamiento del refrigerante minimiza las ocasiones en que se produce salida a chorro lo que provoca fluctuación de presión, y como resultado, el sonido de resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante se minimiza.

Como se ha descrito anteriormente, en la válvula de expansión 1, el empleo de la forma del orificio 60 que tiene la entrada 61 del orificio, la sección 62 media del orificio, y la salida 63 del orificio como se ha descrito anteriormente hace que sea posible minimizar ruidos que se producen cuando la válvula de expansión se utiliza en condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada 13 de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida 14 de refrigerante también en una única fase líquida.

En la válvula de expansión 1, debido a que la primera longitud  $L_1$  en la dirección del flujo de salida de la sección 62 media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es una o más veces el diámetro mínimo  $D_0$  de la entrada 61 del orificio, se puede reaglutinar refrigerante no sólo en la salida 63 del orificio sino también en la sección 62 media del orificio, por lo cual el efecto de minimización de sonidos de resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante se puede mejorar. Debido a que la segunda longitud  $L_2$  en la dirección del flujo de salida de la salida 63 del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es igual o mayor que 0,3 veces el diámetro mínimo  $D_0$  de la entrada 61 del orificio, se puede conseguir de manera fiable el efecto de minimización de sonidos de resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante.

En esta válvula de expansión 1, debido a que el primer ángulo de conicidad  $\alpha$  es mayor o igual que 10 grados, se puede conseguir de manera fiable el efecto de recuperación de presión inmediatamente después de que el refrigerante haya fluido al interior de la entrada 61 del orificio. Además, debido a que el primer ángulo de conicidad  $\alpha$  es menor o igual que 60 grados, también es posible que el refrigerante en la sección 62 media del orificio se reaglutine. Específicamente, en la válvula de expansión 1, tener el primer ángulo de conicidad  $\alpha$  dentro del rango de ángulos descrito anteriormente hace que tanto recuperación de presión como reaglutinamiento de refrigerante sean posibles.

En esta válvula de expansión 1, debido a que el segundo ángulo de inclinación  $\beta$  formado por la salida 63 del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante es de 90 grados o menos, se puede impedir que el diámetro se estreche a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante. De este modo se puede impedir que el flujo de refrigerante se contraiga en la salida 63 del orificio, y el efecto de minimización de la fluctuación de presión en la salida 63 del orificio se puede mejorar. Para permitir que el refrigerante se reaglutine al mismo tiempo que se impide que el flujo de refrigerante se contraiga en la salida 63 del orificio, es preferible emplear una configuración para la salida 63 del orificio en la cual el diámetro no cambie debido a que el segundo ángulo de inclinación  $\beta$  sea de 90 grados.

Además, en esta válvula de expansión 1, debido a que la segunda longitud L2 en la dirección del flujo de salida de la salida 63 del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es igual o menor que la primera longitud L1 en la dirección del flujo de salida de la sección 62 media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante, se puede impedir que la salida 63 del orificio se vuelva demasiado larga, y se pueden impedir incrementos de pérdida de presión en la salida 63 del orificio.

### (3) Ejemplo experimental

A continuación, en la Figura 3 se muestra un ejemplo experimental del orificio 60 descrito anteriormente, junto con un ejemplo comparativo (Figura 4) y un ejemplo convencional (Figura 6). La Figura 3 es una gráfica que muestra la relación entre número de cavitación y valor de ruido de acuerdo con diferencias en la forma del orificio conformado en el asiento 12 de la válvula. La Figura 4 es una vista en sección transversal que muestra el asiento 12 de la válvula de una válvula de expansión de acuerdo con un ejemplo comparativo.

Lo primero es una descripción de un experimento relacionado con el ejemplo de trabajo (Figura 2) del orificio 60 de acuerdo con una realización de la presente invención. Las dimensiones y condiciones de medida del orificio 60 se establecieron de la siguiente manera. En primer lugar, se estableció el diámetro mínimo D0 en 1,6 mm, la longitud L0 de entrada en 0,5 mm, el primer ángulo de conicidad  $\alpha$  en 20 grados (el primer ángulo de inclinación  $\theta$  en 80 grados), la primera longitud L1 en la dirección del flujo de salida en 3,8 mm, el segundo ángulo de conicidad  $\beta$  en 0 grados (el segundo ángulo de inclinación  $\xi$  en 90 grados), y la segunda longitud L2 en la dirección del flujo de salida en 0,7 mm. Se utilizó R410A como refrigerante, la anchura de despresurización entre la entrada 13 de refrigerante y la salida 14 de refrigerante era 0,8 MPa, el caudal de flujo de refrigerante era de 75 a 85 kg/h, y mientras se hizo variar el número de cavitación  $\sigma$  (basado en la salida 14 de refrigerante) entre aproximadamente -0,1 hasta aproximadamente 0,9 haciendo variar la temperatura de refrigerante entre 5°C a 25°C, se midió el valor de ruido (el valor de ruido provocado por cavitación) solo en la válvula de expansión 1 a una distancia de 0,3 m (hágase referencia al valor del ejemplo de trabajo en la Figura 3). También se tomó por separado medida de sonidos de resonancia mientras estaba conectado el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante.

De acuerdo con dicho experimento, en el ejemplo de trabajo (Figura 2) del orificio 60, se puede ver que el valor de ruido provocado por cavitación se minimiza a 55 dBA o menos en condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada 13 de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida 14 de refrigerante también en una única fase líquida (dicho de otra manera, condiciones tales que el número de cavitación  $\sigma$  es 0 o mayor). En el ejemplo de trabajo del orificio 60, no existía resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante, y el ruido procedente de sonidos de resonancia estaba a un nivel que se podía ignorar.

En el orificio 80 del ejemplo convencional (Figura 6), en donde el diámetro mínimo D0 era 1,6 mm y la longitud del orificio 80 en la dirección del flujo de salida de refrigerante era 5,0 mm, el nivel de ruido provocado por cavitación aumentó hasta un máximo de 65 dBA bajo las mismas condiciones de medida que el ejemplo de trabajo, y el nivel de ruido provocado por cavitación había aumentado en aproximadamente 10 dBA por encima del valor del ejemplo de trabajo del orificio 60 descrito anteriormente (hágase referencia al valor del ejemplo convencional en la Figura 3). En el orificio 80 del ejemplo convencional, similar al ejemplo de trabajo del orificio 60, no existía resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante, y el ruido procedente de sonidos de resonancia estaba en un nivel que se podía ignorar.

En un orificio 70 del ejemplo comparativo (Figura 4), en donde la salida 63 del orificio se omite del ejemplo de trabajo del orificio 60, el primer ángulo de conicidad  $\alpha$  de una sección 72 media del orificio era 150 grados, y la primera longitud L1 en dirección del flujo de salida de la sección 72 media del orificio era 1,0 mm, el nivel de ruido provocado por cavitación estaba al mismo nivel que el del ejemplo de trabajo del orificio 60 descrito anteriormente bajo las mismas condiciones de medida que el ejemplo de trabajo (hágase referencia al valor del ejemplo comparativo en la Figura 3). Sin embargo, en el orificio 70 del ejemplo comparativo, a diferencia del ejemplo de trabajo del orificio 60

y/o del orificio 80 del ejemplo convencional, existía resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante, y el ruido procedente de sonidos de resonancia estaba en un nivel extremadamente alto.

5 A partir de lo cual se puede ver que el nivel de ruido provocado por cavitación se puede minimizar conformando las secciones medias 62, 72 del orificio ensanchándose en diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde las entradas 61, 71 del orificio, como en el ejemplo de trabajo (Figura 2) y/o en el ejemplo comparativo (Figura 4). Sin embargo, como en el orificio 70 (Figura 4) del ejemplo comparativo, cuando el primer ángulo de conicidad  $\alpha$  es demasiado grande o la primera longitud L1 en la dirección del flujo de salida es demasiado corta, es evidente que se produce fácilmente resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante. Como en el ejemplo de trabajo (Figura 2), el ruido provocado por sonidos de resonancia se puede reducir hasta un nivel insignificante conformando la salida 63 del orificio en la cual el diámetro se ensancha o el diámetro no cambia para formar el segundo ángulo de conicidad  $\beta$  menor que el primer ángulo de conicidad  $\alpha$  a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la sección media 62 del orificio. En cambio, es evidente que si la sección media 72 del orificio está conformada pero una salida del orificio no lo está como en el ejemplo comparativo (Figura 4), se produce resonancia en el tubo 50 de flujo de salida de refrigerante, y el ruido provocado por sonidos de resonancia alcanza un nivel extremadamente alto.

10 Como se ha descrito anteriormente, es evidente que cuando se emplea una forma para el orificio 60 que tiene la entrada 61 del orificio, la sección media 62 del orificio, y la salida 63 del orificio, tal como en el ejemplo de trabajo, es posible minimizar de manera efectiva tanto el ruido provocado por cavitación como el ruido provocado por resonancia que se produce bajo condiciones tales que el refrigerante pasa a través de la entrada 13 de refrigerante en una única fase líquida y a través de la salida 14 de refrigerante también en una única fase líquida.

#### Aplicabilidad industrial

La presente invención tiene un amplio rango de aplicación en válvulas de expansión que se proporcionan a circuitos de refrigerante de aparatos de refrigeración y que despresurizan líquido refrigerante.

#### Lista de signos de referencia

- 25 1 Válvula de expansión
- 10 Cuerpo principal de la válvula
- 11 Cámara de la válvula
- 12 Asiento de la válvula
- 13 Entrada de refrigerante
- 30 14 Salida de refrigerante
- 20 Cuerpo de la válvula
- 60 Orificio
- 61 Entrada del orificio
- 62 Sección media del orificio
- 35 63 Salida del orificio

#### Lista de referencias

Literatura de patente

[Literatura de patente 1]

Solicitud de Patente Japonesa Abierta a la inspección pública N° 2009-228689

**REIVINDICACIONES**

1. Una válvula de expansión (1) para despresurizar un refrigerante líquido en un circuito de refrigerante de un aparato de refrigeración, comprendiendo dicha válvula de expansión un cuerpo principal (10) de la válvula en el cual está conformado un asiento (12) de la válvula que se abre al interior de una cámara (11) de la válvula, y un cuerpo (20) de la válvula que realiza un movimiento de vaivén con respecto a la cámara de la válvula; comprendiendo además la válvula de expansión un orificio (60) conformado en el asiento de la válvula que tiene una entrada (61) del orificio que tiene el menor diámetro, una sección media (62) del orificio que se ensancha en diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la entrada del orificio para formar un primer ángulo de conicidad ( $\alpha$ ), y una parte (63) de salida del orificio que o bien se ensancha en diámetro o no cambia de diámetro a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante desde la sección media del orificio para formar un segundo ángulo de conicidad ( $\beta$ ) menor que el primer ángulo de conicidad; estando la válvula de expansión (1) caracterizada por que
- 5 una segunda longitud (L2) en la dirección del flujo de salida de la salida (63) del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es igual o menor que la primera longitud (L1) en la dirección del flujo de salida de refrigerante de la sección (62) media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante.
- 10 2. La válvula de expansión (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que:
- una primera longitud en la dirección del flujo de salida de la sección (62) media del orificio a lo largo de la dirección del flujo de salida de refrigerante es una o más veces el diámetro mínimo de la entrada (61) del orificio.
3. La válvula de expansión (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que:
- el primer ángulo de conicidad es mayor o igual que 10 grados y menor o igual que 60 grados.
- 20 4. La válvula de expansión (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que:
- un segundo ángulo de inclinación formado por la salida (63) del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante es mayor que un primer ángulo de inclinación formado por la sección (62) media del orificio con un plano ortogonal a la dirección del flujo de salida de refrigerante, y es de 90 grados o menos.

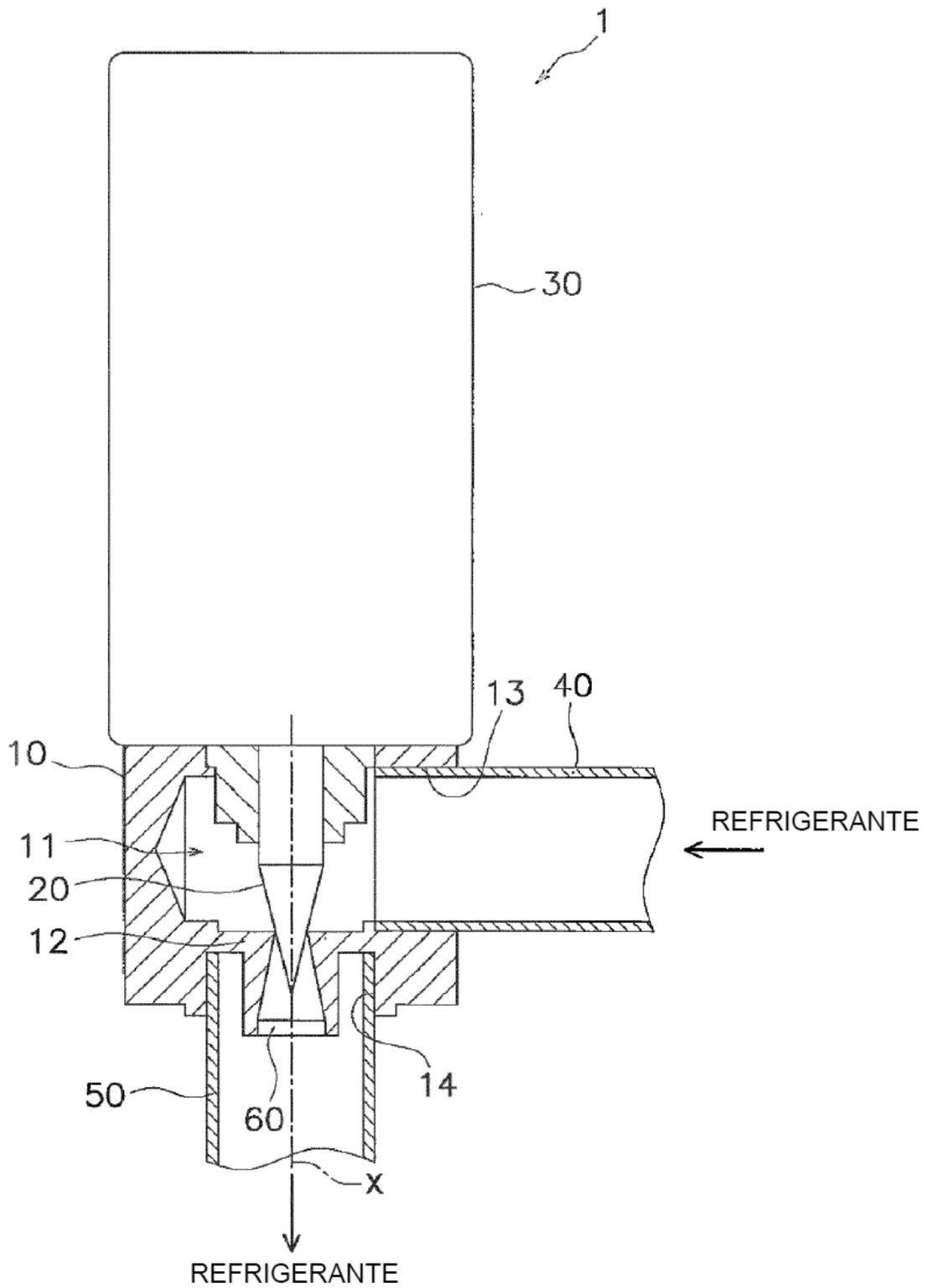


FIG. 1

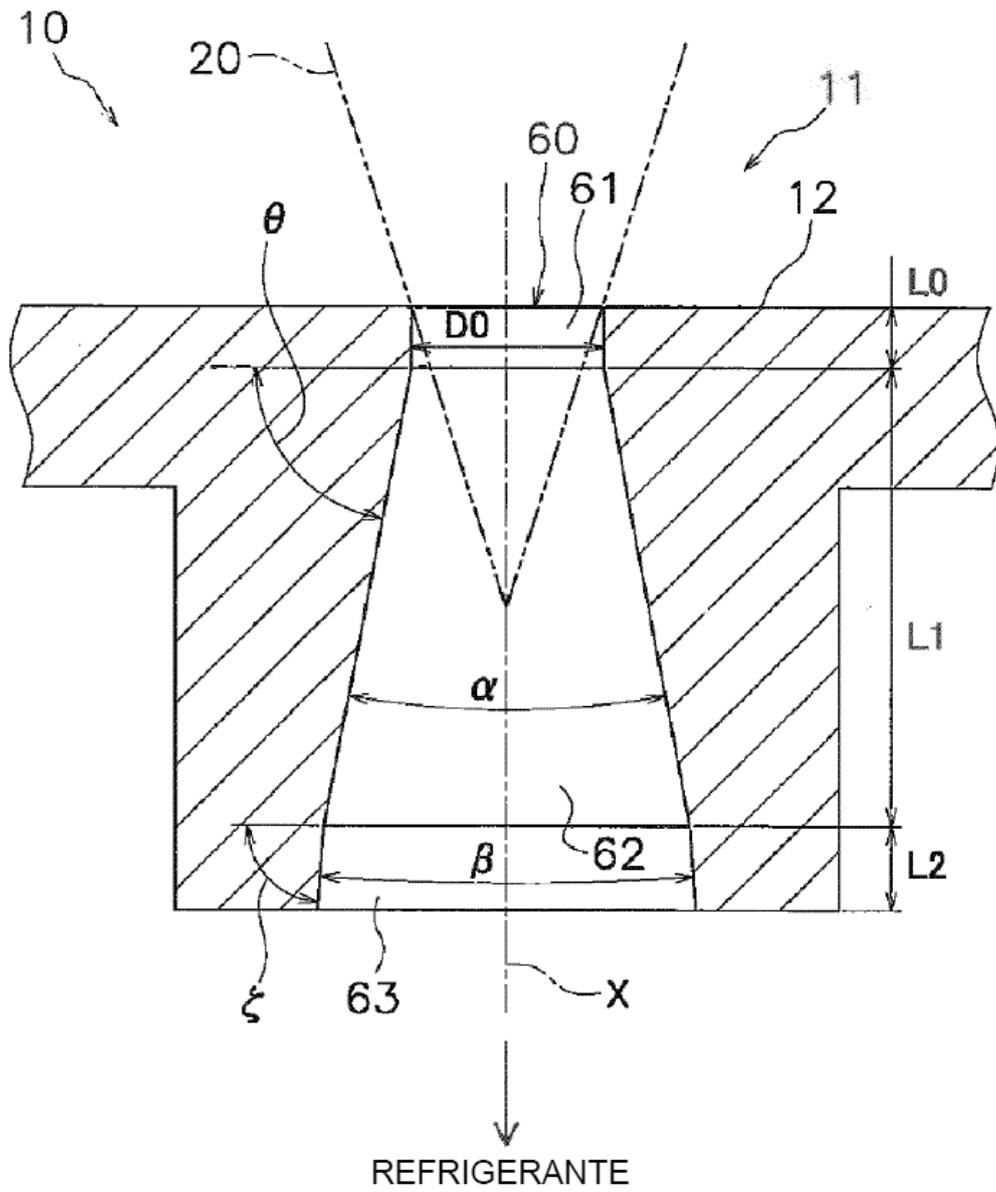


FIG. 2

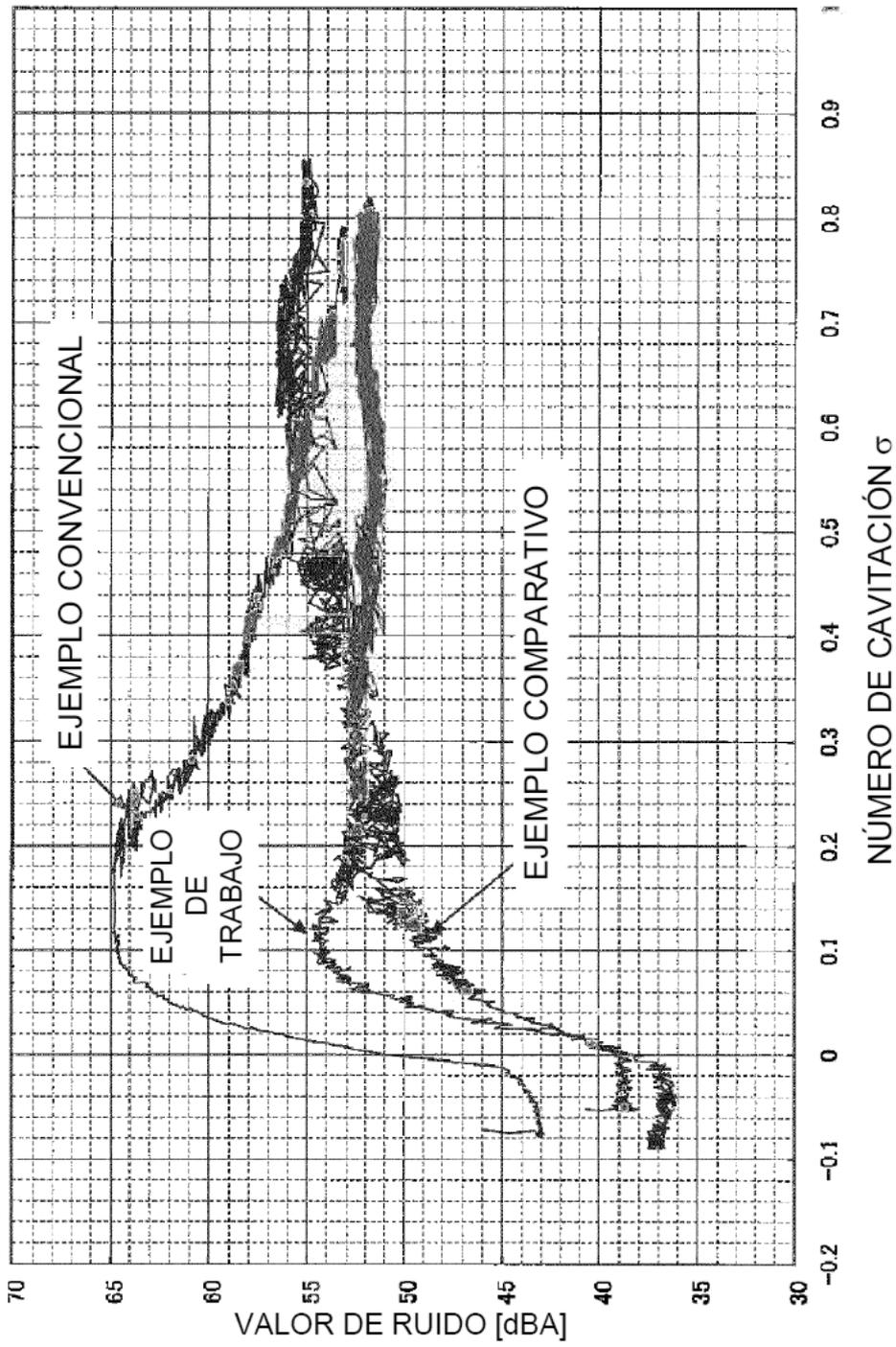


FIG. 3

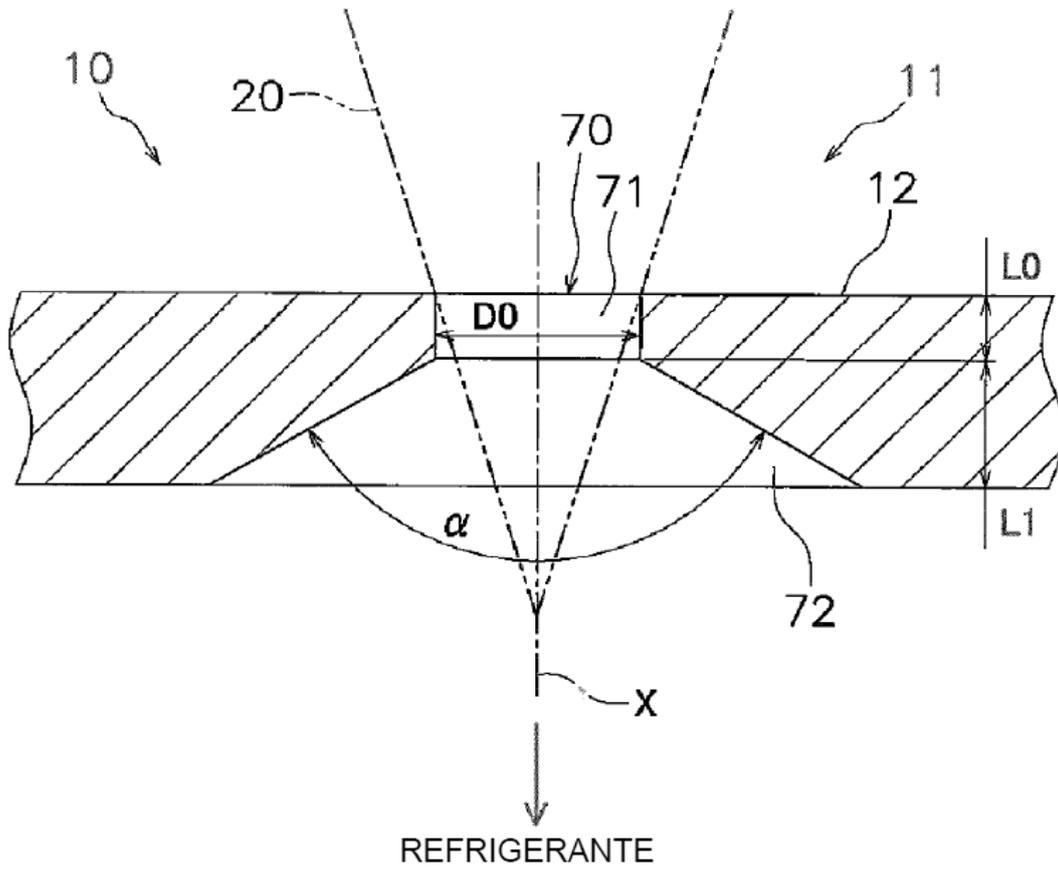


FIG. 4

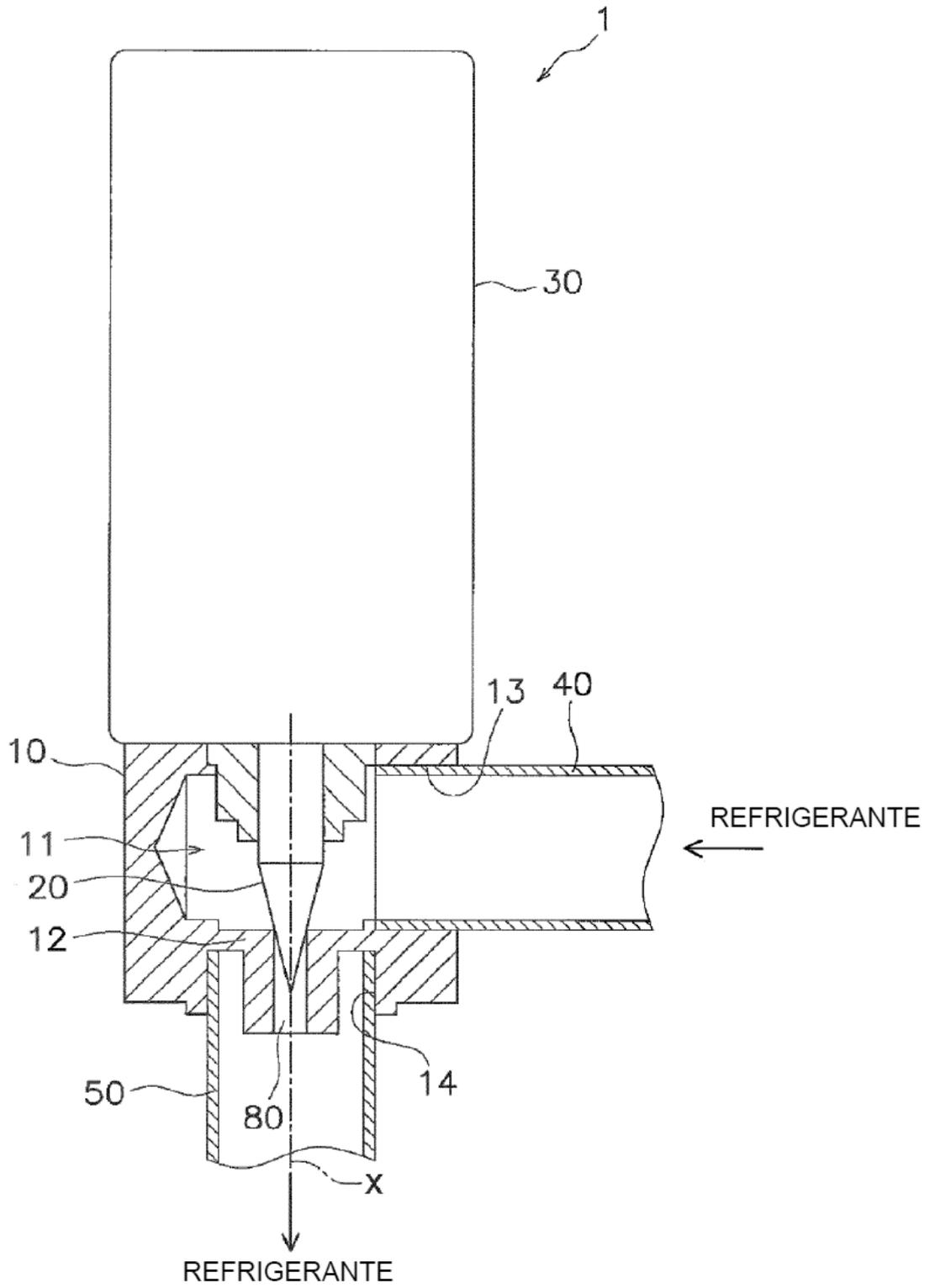


FIG. 5

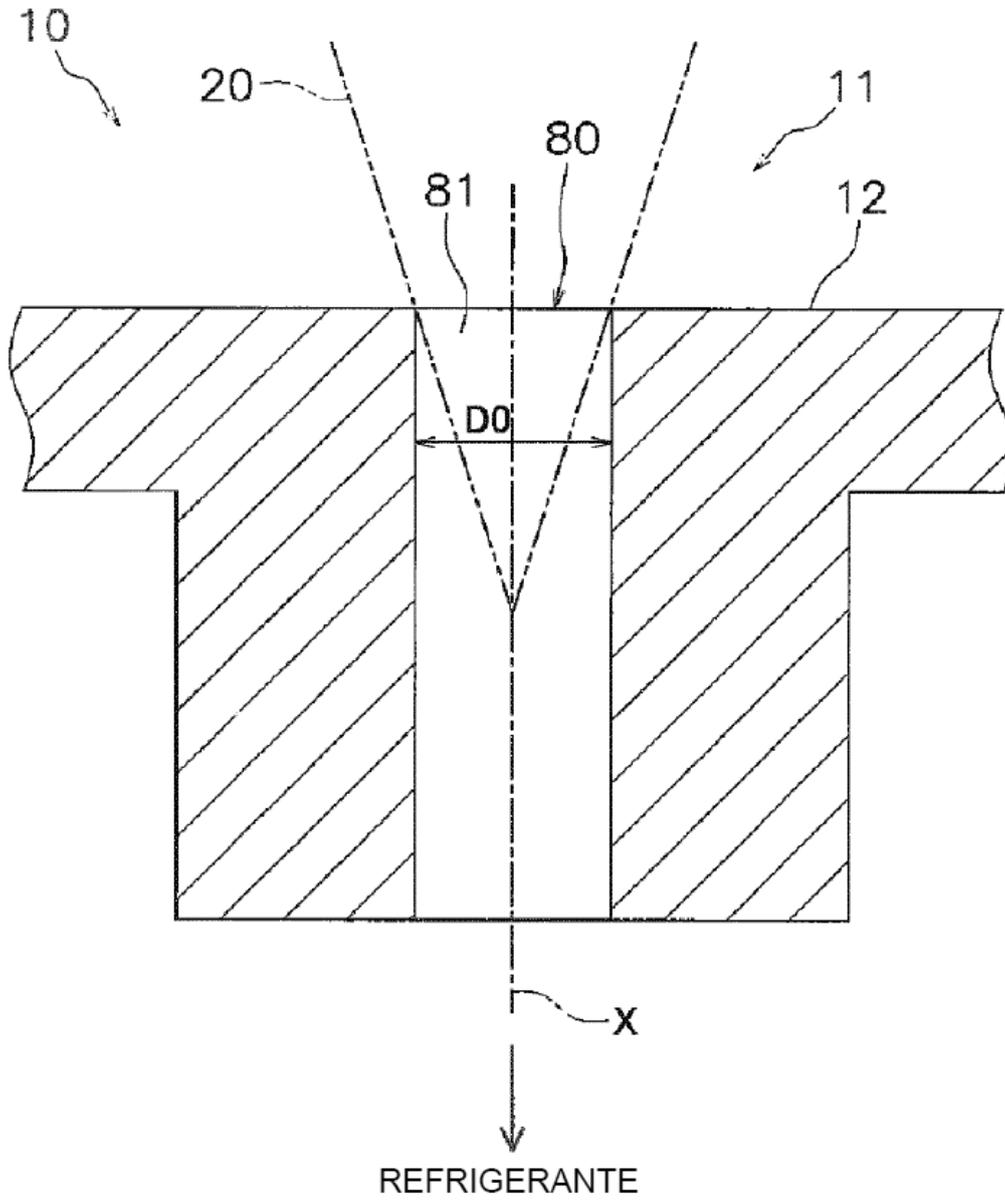


FIG. 6