

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 187**

51 Int. Cl.:

F25B 41/06 (2006.01)

F16K 1/36 (2006.01)

F16K 31/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2012 PCT/JP2012/079417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013 WO13073531**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2012 E 12849516 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2781859**

54 Título: **Válvula de expansión electrónica y acondicionador de aire**

30 Prioridad:

18.11.2011 JP 2011252738

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2018

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:

**WAKISAKA, SHIGETAKA y
OKA, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 658 187 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 electrónica y acondicionador de aire

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una válvula de expansión electrónica dispuesta en un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire y se refiere a un acondicionador de aire.

10 **Antecedentes de la técnica**

15 Una técnica divulgada por el documento de patente 1 se conoce como válvula de expansión electrónica. En esta técnica, un cuerpo de válvula está dotado de una superficie sustancialmente paralela a una trayectoria de flujo de refrigerante con el fin de mejorar la capacidad de control de la cantidad de flujo de refrigerante en un intervalo de flujo pequeño.

20 Cuando el funcionamiento de un acondicionador de aire está en un periodo estable, se requiere que la cantidad de flujo de refrigerante se ajuste ligeramente. Sin embargo, si un aumento del área de apertura con respecto a la amplitud de movimiento mínima del cuerpo de válvula es grande, será difícil aumentar o disminuir la cantidad de flujo de refrigerante solo ligeramente. Cuando la cantidad de flujo de refrigerante varía superando un intervalo admisible de control, el cuerpo de válvula se mueve repetidamente hacia delante o hacia atrás para ajustar con precisión el grado de apertura.

25 En una válvula de expansión electrónica convencional, es posible controlar la cantidad de flujo de refrigerante en un intervalo de flujo pequeño empleando la disposición mencionada anteriormente. Sin embargo, una parte basal del cuerpo principal de válvula es paralela a la superficie lateral de la trayectoria de flujo de refrigerante a lo largo de una distancia predeterminada, y por tanto el área de apertura apenas puede variar aunque el cuerpo de válvula se mueva dentro de este intervalo. Dicho de otro modo, la cantidad de flujo de refrigerante apenas varía en algunos lugares de movimiento del cuerpo de válvula, y es imposible ajustar con precisión la cantidad de flujo de refrigerante.

30 El documento de patente 2 está relacionado con la variación de una tasa creciente de una cantidad de flujo en el momento de la apertura de válvula sin formar una porción escalonada en una superficie de sección decreciente de una aguja, y facilitar la fabricación formando pasos desiguales en una rosca de tornillo macho de un tornillo de avance para aumentar gradualmente la tasa de elevación cada rotación unitaria en el momento de la apertura de válvula.

35 El documento de patente 3 proporciona una válvula de control eléctrica capaz de impedir incidir sobre un asiento de válvula mientras que permite una regulación de flujo por minuto formando un ángulo de una porción cónica de una aguja en un ángulo agudo y estableciendo una posición de cierre de válvula de manera precisa.

40 **Documentos de la técnica anterior**

Documento de patente

45 Documento de patente 1: Publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º H10-148420

Documento de patente 2: JP 10-160034 A

50 Documento de patente 3: JP 2002-122258 A

Sumario de la invención

Problemas que ha de solucionar la invención

55 Un objeto de la presente invención es proporcionar una válvula de expansión electrónica capaz de ajustar con precisión la cantidad de flujo de refrigerante y proporcionar un acondicionador de aire.

Medios para solucionar el problema

60 Para lograr el objeto, según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una válvula de expansión electrónica que incluye un cuerpo de válvula cuyo extremo delantero está dotado de una porción de válvula, un asiento de válvula que forma una porción de regulador variable entre la porción de válvula y el asiento de válvula permitiendo que el cuerpo de válvula se mueva en una dirección axial, y un motor paso a paso que mueve el cuerpo de válvula según un número de impulsos. Cuando el área de la sección transversal de un hueco formado entre la porción de válvula y el asiento de válvula y que es perpendicular a la dirección axial se define como área de apertura y cuando la razón de área entre el área de apertura en la que el número de impulsos todavía no se ha aumentado y

disminuido y el área de apertura en la que el número de impulsos ya se ha aumentado y disminuido se define como razón de grado de apertura, al menos una parte de una superficie lateral de la porción de válvula está conformada de manera que la razón de grado de apertura pasa a ser constante.

5 Según esta disposición, al menos una parte de la superficie lateral de la porción de válvula está conformada de manera que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Por tanto, el área de apertura aumenta a una razón fija cuando el cuerpo de válvula se mueve. Por tanto, la razón de variación de la cantidad de flujo de refrigerante pasa a ser constante. Por tanto, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante. Debe observarse que “la razón de grado de apertura es constante” incluye “la razón de grado de apertura es sustancialmente constante”. Dicho de otro modo, además de una forma de superficie curva en la que la razón de grado de apertura es constante, se incluye una superficie en la que están incluidas una pluralidad de superficies y una línea divisoria de cada superficie está dispuesta en una superficie curva. Adicionalmente, también se incluye una superficie aproximada curva aproximada a esta superficie curva. Según la invención, en la válvula de expansión electrónica mencionada anteriormente, la superficie lateral de la porción de válvula está dividida en tres o más regiones en la dirección axial, y una línea divisoria de cada una de las regiones está dispuesta en una superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante.

Según esta disposición, la superficie lateral de cada región está dispuesta en la superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Por tanto, la superficie lateral de la porción de válvula se aproxima a la superficie curva virtual. Como resultado, la razón de variación de la cantidad de flujo de refrigerante pasa a ser sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula. Por tanto, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante.

Preferiblemente, en la válvula de expansión electrónica mencionada anteriormente, cuando la longitud en la dirección axial de cada una de las regiones se define como longitud de intervalo, la longitud de intervalo de cada región pasa a ser más pequeña hacia un extremo delantero de la porción de válvula en el orden de disposición de las regiones.

Según esta disposición, la superficie lateral de cada región está dispuesta en la superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Adicionalmente, la longitud de intervalo de cada región pasa a ser más pequeña hacia el extremo delantero de la porción de válvula en el orden de disposición de las regiones. Por tanto, la cantidad de variación con respecto a la cantidad de movimiento de la porción de válvula pasa a ser mayor en proporción a un aumento del grado de apertura, y pasa a ser más pequeña en proporción a una disminución del grado de apertura. Como resultado, en un intervalo de grado de apertura pequeño, puede ajustarse la cantidad de flujo de refrigerante con mayor exactitud que en un intervalo de grado de apertura grande. Por otro lado, no existe la necesidad de ajustar la cantidad de flujo de refrigerante con gran exactitud en un intervalo de grado de apertura grande, y por tanto la disposición mencionada anteriormente puede contribuir a estabilizar el funcionamiento de la válvula de expansión electrónica.

Preferiblemente, en la válvula de expansión electrónica mencionada anteriormente, cuando el valor máximo del área de apertura se define como área de apertura máxima y cuando un porcentaje del área de apertura con respecto al área de apertura máxima se define como grado de apertura, la superficie lateral de la porción de válvula está dividida en una primera región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 0% hasta menos del 25%, una segunda región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 25% hasta menos del 50%, una tercera región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 50% hasta menos del 75%, y una cuarta región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 75% hasta el 100%, y la superficie lateral de cada región es una superficie lateral en forma de cono truncado, y la línea divisoria de cada región está dispuesta en una superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante.

Según esta disposición, el aspecto de la superficie lateral de la porción de válvula varía cada vez que la porción de válvula se mueve y el grado de apertura aumenta en un 25%. Adicionalmente, cada línea divisoria está dispuesta en la superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Por tanto, la porción de válvula puede formarse más fácilmente que en un caso en el que la superficie lateral de la porción de válvula es una superficie curva. Adicionalmente, la razón de variación de velocidad de flujo puede hacerse que sea sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula.

Preferiblemente, en la válvula de expansión electrónica mencionada anteriormente, cuando el valor máximo del área de apertura se define como área de apertura máxima y cuando un porcentaje del área de apertura con respecto al área de apertura máxima se define como grado de apertura, la superficie lateral de la porción de válvula está dividida en una primera región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 0% hasta menos del 20%, una segunda región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 20% hasta menos del 40%, una tercera región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 40% hasta menos del 60%, una cuarta región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 60% hasta menos del 80%, y una quinta región que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 80% hasta el 100%, y la superficie lateral de cada región es una superficie lateral en forma

de cono truncado, y la línea divisoria de cada región está dispuesta en una superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante.

5 Según esta disposición, el aspecto de la superficie lateral de la porción de válvula varía cada vez que la porción de válvula se mueve y el grado de apertura aumenta en un 20%. Adicionalmente, cada línea divisoria está dispuesta en la superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Por tanto, la porción de válvula puede formarse más fácilmente que en un caso en el que la superficie lateral de la porción de válvula es una superficie curva. Adicionalmente, puede hacerse que la razón de variación de velocidad de flujo sea sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula.

10 Preferiblemente, en la válvula de expansión electrónica mencionada anteriormente, un perfil visible de una sección transversal que incluye un eje de válvula de la porción de válvula satisface una relación expresada por las dos fórmulas siguientes:

15 [Fórmula numérica 1]

$$r = \sqrt{\frac{S_{\max} - B \cdot \beta^x}{\pi}}$$

$$S_{\max} = B \cdot \beta^{x_{\max}}$$

20 (en la que x es la longitud desde una parte basal del asiento de válvula hasta una parte correspondiente al radio r en la dirección axial de la porción de válvula, x_{\max} es la longitud desde la parte basal hasta el extremo delantero de la porción de válvula, β es la razón de grado de apertura, S_{\max} es el área de apertura máxima, y r es la longitud (radio) desde el eje de válvula hasta la superficie lateral de la porción de válvula).

25 Según esta disposición, la superficie lateral de la porción de válvula es una superficie curva, y la razón de grado de apertura está β en el intervalo móvil de la porción de válvula. Por tanto, puede hacerse que la variación en la velocidad de flujo de un refrigerante sea sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula.

30 Para lograr el objeto, según un segundo aspecto, que no forma parte de la presente invención, se proporciona una válvula de expansión electrónica que incluye un cuerpo de válvula cuyo extremo delantero está dotado de una porción de válvula, un asiento de válvula que forma una porción de regulador variable entre la porción de válvula y el asiento de válvula permitiendo que el cuerpo de válvula se mueva una dirección axial, y un motor paso a paso que mueve el cuerpo de válvula según un número de impulsos. En una región al menos desde la parte basal hasta 1/5 de un intervalo entre la parte basal y el extremo delantero de la superficie lateral de la porción de válvula, un ángulo θ con respecto al eje de válvula de la porción de válvula satisface la siguiente fórmula:

35 [Fórmula numérica 2]

$$0 < \tan\theta < 0,2$$

40 Según esta disposición, una región que está cerca de la parte basal de la porción de válvula y que ocupa al menos 1/5 de un intervalo entre la parte basal hasta el extremo delantero tiene una forma de superficie lateral que satisface la fórmula mencionada anteriormente. En este caso, el área de apertura puede aumentarse y disminuirse poco a poco con respecto al movimiento de la porción de válvula. Por tanto, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante en un intervalo de grado de apertura pequeño.

45 Para lograr el objeto, según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un acondicionador de aire que incluye la válvula de expansión electrónica mencionada anteriormente.

50 Según esta disposición, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante, y por tanto el rendimiento de acondicionamiento de aire por medio del acondicionador de aire se estabiliza.

Breve descripción de los dibujos

55 [Figura 1] Una vista esquemática que muestra la estructura total de un acondicionador de aire según una realización de la presente invención.

[Figura 2] Una vista en sección transversal parcial que muestra una estructura en sección transversal de una válvula de expansión electrónica.

60 [Figura 3(a)] Una vista en sección transversal cerca de un cuerpo de válvula cuando la válvula de expansión electrónica está totalmente cerrada,

[Figura 3(b)] Una vista en sección transversal cerca del cuerpo de válvula cuando la válvula de expansión electrónica está en un estado regulado.

[Figura 4] Una vista en sección transversal a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3(b).

[Figura 5(a)] Un mapa que muestra una relación entre el valor integrado de impulsos y el grado de apertura,

[Figura 5(b)] Un mapa que muestra una relación entre el valor integrado de impulsos y la razón de grado de apertura.

[Figura 6] Una vista lateral a escala ampliada parcialmente de una porción de válvula en la válvula de expansión electrónica.

[Figura 7] Una vista lateral parcial que muestra una porción de válvula según una modificación.

[Figura 8] Una vista lateral parcial que muestra una porción de válvula según una modificación.

[Figura 9] Un mapa de control usado para controlar la válvula de expansión electrónica.

Modo de llevar a cabo la invención

A continuación se describirá en el presente documento un acondicionador de aire según una realización de la presente invención con referencia a la figura 1 a la figura 6.

Tal como se muestra en la figura 1, el acondicionador de aire 1 se compone de un compresor 10 que comprime un refrigerante, un intercambiador de calor de exterior 20 que está dispuesto en el exterior, una válvula de expansión electrónica 30 que expande un refrigerante, un intercambiador de calor de interior 50 que está dispuesto en el interior, una válvula de conmutación de cuatro vías 60, y un controlador 70 que dirige y controla cada dispositivo.

Tal como se muestra en la figura 2, la válvula de expansión electrónica 30 se compone de una primera tubería 31 que sirve como entrada para un refrigerante, una segunda tubería 32, un cuerpo de válvula 40 en forma de vástago, un asiento de válvula 33, un elemento cilíndrico 35 que tiene un orificio de válvula 34, y un motor paso a paso 36 que acciona el cuerpo de válvula 40 en una dirección axial.

La primera tubería 31 sirve como entrada de la válvula de expansión electrónica 30. La segunda tubería 32 sirve como la otra entrada de la válvula de expansión electrónica 30. La segunda tubería 32 corta en perpendicular la primera tubería 31. El elemento cilíndrico 35 conecta la primera tubería 31 y una cámara de válvula 37 entre sí. Una porción cónica se forma cerca de la cámara de válvula 37 del orificio de válvula 34. La porción cónica es un constituyente del asiento de válvula 33.

Tal como se muestra en la figura 3(a) y la figura 3(b), el cuerpo de válvula 40 se compone de un vástago de válvula 41, una porción de sección decreciente 42, y una porción de válvula 43 formada en un extremo delantero del vástago de válvula 41 con la porción de sección decreciente 42 entre los mismos. El vástago de válvula 41 se fija a un árbol rotatorio del motor paso a paso 36.

La porción de sección decreciente 42 cierra totalmente la válvula de expansión electrónica 30 entrando en contacto con el asiento de válvula 33. La porción de válvula 43 se inserta en el orificio de válvula 34. El diámetro externo de la porción de válvula 43 es más pequeño que el diámetro interno del orificio de válvula 34, y pasa a ser más pequeño hacia su extremo delantero. Una porción de regulador variable se forma entre la porción de válvula 43 y el asiento de válvula 33 permitiendo que la porción de válvula 43 se mueva en la dirección axial. El cuerpo de válvula 40 y el árbol rotatorio del motor paso a paso 36 se conectan entre sí a través de un mecanismo de conversión rotatorio tal como tornillos o engranajes. El mecanismo de conversión rotatorio convierte el movimiento rotatorio del árbol rotatorio del motor paso a paso 36 en el movimiento lineal del cuerpo de válvula 40.

El motor paso a paso 36 se acciona mediante una señal de impulso emitida desde el controlador 70. El número de impulsos y el ángulo de rotación están correlacionados entre sí. El ángulo de rotación del árbol rotatorio del motor paso a paso 36 pasa a ser más grande en proporción al número de impulsos introducido en el motor paso a paso 36. El cuerpo de válvula 40 se mueve en la dirección axial. La cantidad de movimiento del cuerpo de válvula 40 es proporcional al ángulo de rotación del motor paso a paso 36. La cantidad de movimiento del cuerpo de válvula 40, es decir, la cantidad de movimiento de la porción de válvula 43 es proporcional al número de impulsos emitido al motor paso a paso 36 desde el controlador 70.

Tal como se muestra en la figura 1, un sensor de temperatura 71 y un sensor de presión 72 están conectados al controlador 70. El sensor de temperatura 71 detecta la temperatura de un refrigerante (denominada a continuación en el presente documento temperatura de refrigerante), y emite una señal de temperatura de refrigerante correspondiente a la temperatura de refrigerante al controlador 70. El sensor de presión 72 detecta la presión de un

refrigerante (denominada a continuación en el presente documento presión de refrigerante), y emite una señal de presión de refrigerante correspondiente a la presión de refrigerante al controlador 70.

El controlador 70 cuenta un número de impulsos que se emite al motor paso a paso 36. Adicionalmente, el controlador 70 integra el número de impulsos contado, y calcula y almacena un valor integrado de impulsos. Se le da un signo positivo o negativo al número de impulsos. Cuando el árbol rotatorio del motor paso a paso 36 rota negativamente en un sentido en el que la porción de válvula 43 se inserta en el orificio de válvula 34 (denominado a continuación en el presente documento sentido de entrada), el número de impulsos es un valor negativo. Por otro lado, cuando el árbol rotatorio del motor paso a paso 36 rota positivamente en un sentido en el que la porción de válvula 43 sale del orificio de válvula 34 (denominado a continuación en el presente documento sentido de salida), el número de impulsos es un valor positivo. Dicho de otro modo, cuando el árbol rotatorio del motor paso a paso 36 rota positivamente y cuando la porción de válvula 43 se mueve en el sentido de salida, el valor integrado de impulsos aumenta. Por otro lado, cuando el árbol rotatorio del motor paso a paso 36 rota negativamente y cuando la porción de válvula 43 se mueve en el sentido de entrada, el valor integrado de impulsos disminuye.

Tal como se muestra en la figura 3(a), la posición de la porción de válvula 43 ubicada cuando la porción de sección decreciente 42 del cuerpo de válvula 40 entra en contacto con el asiento de válvula 33 se establece como posición de referencia. Cuando la porción de válvula 43 está en la posición de referencia, el valor integrado de impulsos del controlador 70 se reinicia, y el valor integrado de impulsos pasa a ser "0." Tal como se muestra en la figura 3(b), cuando la porción de válvula 43 deja la posición de referencia, se genera un hueco entre la porción de válvula 43 y una parte de diámetro mínima del asiento de válvula 33. La posición de la porción de válvula 43 es igual a la distancia de movimiento de la porción de válvula 43 desde la posición de referencia. Por tanto, la posición de la porción de válvula 43 se especifica mediante una relación con el valor integrado de impulsos. La cantidad de movimiento de la porción de válvula 43 desde la posición de referencia corresponde a la suma total del número de impulsos contado durante un movimiento desde la posición de referencia hasta una posición predeterminada. La posición de la porción de válvula 43 corresponde al valor integrado de impulsos.

El área de apertura es el área del hueco entre la parte de diámetro mínimo del asiento de válvula 33 y la porción de válvula 43. Más específicamente, el área de apertura es la diferencia entre el área SA de la parte de diámetro mínimo del asiento de válvula 33 y el área SB de la sección transversal de la porción de válvula 43 a lo largo de un plano que incluye la parte de diámetro mínimo del asiento de válvula 33. El área SA y el área SB de la sección transversal son ambas equivalentes al área de la sección transversal perpendicular a la dirección axial.

Cuando toda la porción de válvula 43 aparece desde la primera tubería 31, el área de apertura coincide con el área SA de la parte de diámetro mínimo del asiento de válvula 33, y corresponde al área de apertura máxima Smáx. El grado de apertura es una razón (%) entre el área de apertura cuando la porción de válvula 43 está en una posición predeterminada y el área de apertura máxima Smáx. Cuando la porción de sección decreciente 42 de la porción de válvula 43 y el asiento de válvula 33 entran en contacto entre sí para cerrarse totalmente, el grado de apertura es del 0%. Cuando la porción de válvula 43 aparece completamente desde la primera tubería 31, el grado de apertura es del 100%.

El grado de apertura tiene aproximadamente una relación proporcional con la cantidad de flujo de refrigerante. Cuando se controla la cantidad de flujo de refrigerante, se ajusta el grado de apertura. Se realiza un ajuste al grado de apertura mediante el uso de un valor integrado de impulsos. El grado de apertura pasa a ser mayor en proporción a un aumento del valor integrado de impulsos. Por otro lado, un aspecto de aumento del grado de apertura que resulta del valor integrado de impulsos depende de una estructura de superficie lateral de la porción de válvula 43. Por tanto, cuando se ajusta el grado de apertura, el controlador 70 usa un mapa que muestra una relación entre el grado de apertura y el valor integrado de impulsos.

Por ejemplo, cuando se emplea la porción de válvula 43 cónica que tiene una forma que puede formarse fácilmente, se usa un mapa en el que el grado de apertura se expresa como una función $C \cdot D \cdot (E - X_a)^2$ con respecto al valor integrado de impulsos X_a . En este caso, la contribución de X_a^2 al grado de apertura es mayor cuando se ajusta el grado de apertura en un intervalo de grado de apertura pequeño. Dicho de otro modo, la cantidad de variación del grado de apertura en una ligera variación del valor integrado de impulsos X_a es mayor, y por tanto es difícil ajustar con precisión el grado de apertura, y es difícil ajustar con precisión la velocidad de flujo. Por tanto, en la presente realización, se adopta un mapa que permite un fácil ajuste del grado de apertura con el objetivo de controlar el grado de apertura con gran exactitud. Adicionalmente, el solicitante ha ideado una estructura de válvula basándose en este mapa.

Tal como se muestra en el mapa de la figura 5(a), el grado de apertura pasa a ser mayor de manera exponencial con respecto a la posición de la porción de válvula 43 correspondiente al valor integrado de impulsos X_a . El grado de apertura satisface la siguiente fórmula (1).

[Fórmula numérica 3]

$$Y(X) = A \cdot \beta^X \dots (1)$$

- Y: Grado de apertura

5 - A: Constante

- X: Valor integrado de impulsos

10 - β : Valor en el que $Y = 100$ cuando $X =$ valor integrado de impulsos máximo $X_{\text{máx}}$

- $X_{\text{máx}}$: Valor máximo de valor integrado de impulsos, es decir, valor integrado de impulsos correspondiente a la posición de la porción de válvula 43 más distante desde la posición de referencia.

15 Cuando $X = 0$, es decir, cuando el valor integrado de impulsos es 0, el grado de apertura realmente pasa a ser del 0%. Sin embargo, para simplificar el cálculo, supongamos que el grado de apertura tiene un valor predeterminado cuando $X = 0$.

20 Según el grado de apertura $Y(X)$, se establece la siguiente relación en dos puntos que se diferencian en un valor predeterminado δ del valor integrado de impulsos X (valor de aumento-disminución predeterminado del número de impulsos).

[Fórmula numérica 4]

$$\frac{Y(X+\delta)}{Y(X)} = \beta^\delta \dots (2)$$

25 Cuando se supone que el valor predeterminado δ es 1 (un impulso), la razón de grado de apertura ($Y(X+1)/Y(X)$) en dos puntos que se diferencian en 1 en el valor integrado de impulsos X pasa a ser " β ". La razón de grado de apertura es constante independientemente del valor integrado de impulsos X . La razón de grado de apertura es constante con respecto al valor integrado de impulsos X aunque la razón de grado de apertura ($Y(X+\delta)/Y(X)$) también pasa a ser grande cuando se hace que sea grande el valor predeterminado δ .

35 En resumen, el hecho de que se satisfaga la fórmula (1) es lo mismo que el hecho de que se satisfaga la fórmula (2). Si se usa un mapa que satisface la fórmula (1), la razón de grado de apertura pasará a ser constante con respecto a la posición de la porción de válvula 43 correspondiente al valor integrado de impulsos. Cuando la razón de grado de apertura es constante con respecto al valor integrado de impulsos, la razón de variación de la cantidad de flujo de refrigerante con respecto al valor integrado de impulsos también pasa a ser constante. Por tanto, es fácil controlar la cantidad de flujo de refrigerante. El grado de apertura particularmente en un intervalo de grado de apertura pequeño aumenta poco a poco, y por tanto resulta posible ajustar con precisión la cantidad de flujo de refrigerante.

40 El hecho de que la razón de grado de apertura sea constante indica el hecho de que el grado de apertura aumenta en incrementos de valor predeterminado con respecto a un aumento del valor integrado de impulsos. Por ejemplo, cuando la razón de grado de apertura es de 1,05 y cuando el valor inicial del grado de apertura es del 1%, el grado de apertura aumenta secuencialmente en incrementos del 1,0%, el 1,05%, el 1,1025%, el 1,15763%, etcétera, con respecto a un aumento del valor integrado de impulsos en incrementos de 1.

45 Según este tipo de mapa, la cantidad de flujo de refrigerante aumenta exponencialmente con un aumento del valor integrado de impulsos. Dicho de otro modo, cuando el valor integrado de impulsos es pequeño, la cantidad de flujo de refrigerante es pequeña, y un incremento de la cantidad de flujo de refrigerante que resulta de un aumento del valor integrado de impulsos también es pequeño. Por otro lado, cuando el valor integrado de impulsos es grande, la cantidad de flujo de refrigerante es grande, y un incremento de la cantidad de flujo de refrigerante que resulta de un aumento del valor integrado de impulsos también es grande.

55 Con referencia a la figura 6, se proporcionará una descripción de la forma de un perfil visible de la porción de válvula 43 que satisface la fórmula (1). El perfil visible de la sección transversal que incluye un eje de válvula de la porción de válvula 43 satisface las siguientes fórmulas.

[Fórmula numérica 5]

$$r = \sqrt{\frac{S_{\max} - B \cdot \beta^x}{\pi}} \dots (3)$$

[Fórmula numérica 6]

$$S_{\max} = B \cdot \beta^{x_{\max}} \dots (4)$$

- x: Longitud desde una parte basal 44 hasta una parte correspondiente al radio r en la porción de válvula 43

- x_{máx}: Longitud desde la parte basal 44 hasta el extremo delantero en la porción de válvula 43

- β: Razón de grado de apertura - S_{máx}: Área de apertura máxima

- r: Longitud (radio) desde el eje de válvula de la porción de válvula 43 hasta la superficie lateral

- B: Constante.

Cuando la distancia por la que se mueve la porción de válvula 43 en la dirección axial por un impulso se establece como distancia de unidad, x_{máx} corresponde al producto de la distancia unitaria y el valor integrado de impulsos máximo X_{máx}. Adicionalmente, se supone que la anchura de la porción de sección decreciente 42 es extremadamente pequeña, y se supone que el área de la sección transversal de la parte basal 44 y el área de apertura máxima S_{máx} coinciden entre sí.

La porción de válvula 43 que satisface las fórmulas mencionadas anteriormente satisface la fórmula (1) y la fórmula (2) por medio de excitación de impulsos. Según la fórmula (3), se establece la fórmula (5).

[Fórmula numérica 7]

$$B \cdot \beta^x = S_{\max} - \pi r^2 \dots (5)$$

La fórmula (5) muestra una relación entre r y la distancia x cuando la porción de válvula 43 se separa de la posición de referencia a la posición de la distancia x. La fórmula (5) muestra el área de apertura. La fórmula (5) muestra el grado de apertura en una posición predeterminada de la porción de válvula 43. Según la fórmula (5), una diferencia entre el área de apertura máxima S_{máx} y el área de la sección transversal (π·r²) de la porción de válvula 43 a lo largo de un plano que incluye una parte de diámetro mínima del asiento de válvula 33 se expresa como una función exponencial de la posición de la porción de válvula. La fórmula (5) es la misma que la fórmula (1). En la fórmula (4), la razón de grado de apertura es constante independientemente de la posición de la porción de válvula 43.

Se describirá otro ejemplo de la porción de válvula 43 con referencia a la figura 7. Una superficie lateral de la porción de válvula 43 de este ejemplo está dividida en cinco regiones. Una primera región RA corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 0% hasta menos del 20%. Una segunda región RB corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 20% hasta menos del 40%. Una tercera región RC corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 40% hasta menos del 60%. Una cuarta región RD corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 60% hasta menos del 80%. Una quinta región RE corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 80% hasta el 100%.

Una superficie lateral de cada región es una superficie lateral en forma de cono truncado. Una línea LS divisoria de la superficie lateral de cada región está dispuesta en una superficie V curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Más específicamente, la superficie V curva virtual es una superficie curva que satisface la fórmula (3) y la fórmula (4). La superficie lateral de la porción de válvula 43 se aproximada la superficie V curva virtual. En este caso, la longitud de intervalo L que es la longitud en la dirección axial de cada región pasa a ser más pequeña hacia el extremo delantero de la porción de válvula 43 en el orden de disposición. Un ángulo θ de la superficie lateral de la primera región RA satisface la relación 0 < tanθ < 0,2 con respecto al eje de válvula de la porción de válvula 43.

Se describirá otro ejemplo de la porción de válvula 43 con referencia a la figura 8. Una superficie lateral de la porción de válvula 43 de este ejemplo está dividida en cuatro regiones. Una primera región RA corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 0% hasta menos del 25%. Una segunda región RB corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 25% hasta menos del 50%. Una tercera región RC corresponde

a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 50% hasta menos del 75%. Una cuarta región RD corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 75% hasta el 100%.

Una superficie lateral de cada región es una superficie lateral en forma de cono truncado. Una línea LS divisoria de la superficie lateral de cada región está dispuesta en una superficie V curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Más específicamente, la superficie V curva virtual es una superficie curva que satisface la fórmula (3) y la fórmula (4). La superficie lateral de la porción de válvula 43 se aproxima a la superficie V curva virtual. En este caso, la longitud de intervalo L que es la longitud en la dirección axial de cada región pasa a ser más pequeña hacia el extremo delantero de la porción de válvula 43 en el orden de disposición. Un ángulo θ de la superficie lateral de la primera región RA satisface la relación $0 < \tan\theta < 0,2$ con respecto al eje de válvula de la porción de válvula 43.

A continuación, se describirá el control de la cantidad de flujo de refrigerante. En el acondicionador de aire 1, se ajusta la cantidad de flujo de refrigerante basándose en la presión de refrigerante, la temperatura de refrigerante, etc. Se ajusta la cantidad de flujo de refrigerante ajustando el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 30. Se calcula un grado de apertura requerido mediante el controlador 70 basándose en la presión de refrigerante, la temperatura de refrigerante, etc. El grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 30 se ajusta para corresponder al grado de apertura requerido. El grado de apertura requerido se actualiza mediante control PID uno tras otro, y se ajusta cada vez.

Tras determinar el grado de apertura requerido, el controlador 70 realiza un ajuste de manera que el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 30 coincida con el grado de apertura requerido. Más específicamente, el controlador 70 determina un valor de impulso de corrección que es un valor integrado de impulsos correspondiente al grado de apertura requerido al tiempo que se usa un mapa de control. Después de eso, el controlador 70 lee un valor de impulso real que es un valor integrado de impulsos cuando se ordena el grado de apertura requerido, y se calcula una diferencia entre el valor de impulso de corrección y el valor de impulso real. Después de eso, el controlador 70 emite una señal de impulso correspondiente a esta diferencia al motor paso a paso 36 y acciona la porción de válvula 43. Por tanto, el controlador 70 permite que el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 30 coincida con el grado de apertura requerido.

A continuación, se describirá el mapa de control con referencia a la figura 9. El mapa de control de la figura 9 es sustancialmente el mismo que el mapa de la figura 5(a). En el mapa de control, la razón de grado de apertura pasa a ser constante independientemente de la magnitud del valor integrado de impulsos. En el presente documento, el eje de abscisas indica grados de apertura requeridos, y el eje de ordenadas indica valores integrados de impulsos.

A continuación, se proporcionará una descripción de un mapa de control con respecto a la válvula de expansión electrónica 30 de la presente realización en comparación con una válvula de expansión electrónica que tiene una estructura convencional. La línea discontinua de la figura 9 muestra un mapa de control de una válvula de expansión electrónica que tiene una estructura convencional. La válvula de expansión electrónica de estructura convencional tiene una porción de válvula en forma de cono o cono truncado. En este tipo de porción de válvula, el grado de apertura pasa a ser mayor en proporción al cuadrado de la cantidad de movimiento de la porción de válvula cuando la porción de válvula se mueve en un sentido saliendo del orificio de válvula según un valor integrado de impulsos. Por tanto, es difícil cambiar el grado de apertura requerido poco a poco cuando el grado de apertura requerido es pequeño. Tal como se muestra en la figura 9, el valor integrado de impulsos correspondiente a un intervalo de grado de apertura pequeño que es de desde el 0% hasta el 10% del grado de apertura requerido es 1/10 o menos del valor integrado de impulsos máximo.

Por otro lado, en la válvula de expansión electrónica 30 de la presente realización, el grado de apertura se dispone para aumentar exponencialmente. Por tanto, tal como se muestra en la figura 9, el valor integrado de impulsos correspondiente al intervalo de grado de apertura pequeño ocupa aproximadamente 1/2 del valor integrado de impulsos máximo. Por tanto, en el intervalo de grado de apertura pequeño, la porción de válvula 43 puede controlarse mediante el uso de números de impulsos más que en la estructura convencional, y puede ajustarse con precisión el grado de apertura. Como resultado, la cantidad de flujo de refrigerante puede controlarse de manera sumamente exacta.

Tal como se describe a continuación, según la presente realización, pueden lograrse los siguientes efectos.

(1) La razón de grado de apertura es constante cuando se forma un hueco entre la superficie lateral de la porción de válvula 43 y el asiento de válvula 33. Según esta disposición, la superficie lateral de la porción de válvula 43 se forma como anteriormente, y por tanto el área de apertura aumenta a una razón fija cuando la porción de válvula 43 se mueve. Por tanto, la razón de variación de la cantidad de flujo de refrigerante pasa a ser constante. Por tanto, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante.

(2) La superficie lateral de la porción de válvula 43 está dividida en tres o más regiones en la dirección axial. Adicionalmente, la línea divisoria de cada región está dispuesta en la superficie V curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Según esta disposición, la superficie lateral de cada región se forma en y a

lo largo de la superficie V curva virtual. Dicho de otro modo, la superficie lateral de la porción de válvula 43 se aproxima a la superficie V curva virtual. Como resultado, la razón de variación de la cantidad de flujo de refrigerante pasa a ser sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula 43. Por tanto, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante.

5 (3) En la modificación mostrada en la figura 7, la longitud de intervalo L de cada región de la superficie lateral de la porción de válvula pasa a ser más pequeña hacia el extremo delantero de la porción de válvula 43 en el orden de disposición. Según esta disposición, la cantidad de variación con respecto a la cantidad de movimiento de la porción de válvula 43 pasa a ser mayor en proporción a un aumento del grado de apertura, y pasa a ser más pequeña en proporción a una disminución del grado de apertura. Dicho de otro modo, en un intervalo de grado de apertura pequeño, puede ajustarse la cantidad de flujo de refrigerante con mayor exactitud que en un intervalo de grado de apertura grande. Adicionalmente, puede hacerse que la porción de válvula 43 sea más corta que en una disposición en la que la longitud de intervalo L de cada región no pasa a ser más pequeña hacia el extremo delantero de la porción de válvula 43 en el orden de disposición.

15 (4) El perfil visible de una sección transversal que incluye el eje de válvula de la porción de válvula 43 satisface la relación mostrada en la fórmula (3) y la fórmula (4). Según esta disposición, la superficie lateral se forma con una superficie curva, y la razón de grado de apertura es β en el intervalo móvil de la porción de válvula 43. Por tanto, puede hacerse que la variación en la velocidad de flujo de un refrigerante sea sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula 43.

20 (5) En la modificación mostrada en la figura 8, el aspecto de la superficie lateral de la porción de válvula 43 varía cada vez que la porción de válvula 43 se mueve y el grado de apertura aumenta en un 25%. Adicionalmente, cada línea divisoria está dispuesta en la superficie V curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Por tanto, la porción de válvula 43 puede formarse más fácilmente que en un caso en el que la superficie lateral de la porción de válvula 43 es una superficie curva. Adicionalmente, puede hacerse que la razón de variación de velocidad de flujo sea sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula 43.

25 (6) En la modificación mostrada en la figura 8, el aspecto de la superficie lateral de la porción de válvula 43 varía cada vez que la porción de válvula 43 se mueve y el grado de apertura aumenta en un 20%. Adicionalmente, cada línea divisoria está dispuesta en la superficie V curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante. Por tanto, la porción de válvula 43 puede formarse más fácilmente que en un caso en el que la superficie lateral de la porción de válvula 43 es una superficie curva. Adicionalmente, puede hacerse que la razón de variación de velocidad de flujo sea sustancialmente constante en el intervalo móvil de la porción de válvula 43.

30 (7) El ángulo θ de la superficie lateral de la primera región satisface la relación $0 < \tan\theta < 0,2$ con respecto al eje de válvula de la porción de válvula 43. En este caso, el área de apertura puede aumentarse y disminuirse poco a poco con respecto al movimiento de la porción de válvula 43. Por tanto, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante en un intervalo de grado de apertura pequeño.

35 (8) El acondicionador de aire 1 está dotado de la válvula de expansión electrónica 30. Según esta disposición, puede ajustarse con precisión la cantidad de flujo de refrigerante, y por tanto se estabiliza el rendimiento de acondicionamiento de aire por medio del acondicionador de aire 1.

40 El presente modo puede modificarse tal como sigue.

45 Aunque toda la superficie lateral de la porción de válvula 43 satisface la fórmula (3) y la fórmula (4) en la presente realización, solo una parte de la superficie lateral puede satisfacer la fórmula (3) y la fórmula (4). En este caso, la razón de apertura en al menos una parte de la superficie lateral de la porción de válvula 43 pasa a ser constante. Por tanto, en la parte que satisface las fórmulas (3) y (4) de la superficie lateral de la porción de válvula 43, la cantidad de flujo de refrigerante puede controlarse con gran exactitud.

50 Por ejemplo, si la longitud desde la parte basal 44 hasta el extremo delantero de la porción de válvula 43 se establece como 100 y si la posición de la parte basal se establece como 0, la fórmula (3) y la fórmula (4) pueden satisfacerse en el intervalo de 1 a 25. El hecho de que la razón de grado de apertura se hace constante solo en una región predeterminada indica que la velocidad de flujo es casi cero en la posición 0, y tiene un significado técnico cuando el grado de apertura no se controla en un intervalo de grado de apertura mínimo o cuando un ajuste preciso del grado de apertura se hace menos frecuentemente en el intervalo de 25 a 100 en la posición.

55 Aunque la forma de la superficie lateral de la porción de válvula 43 se optimiza tal como se logra en el mapa de la fórmula (1) en la presente realización, la forma del asiento de válvula puede optimizarse en lugar de la forma de la superficie lateral de la porción de válvula 43. Adicionalmente, tanto la forma de la porción de válvula 43 como la forma del asiento de válvula 33 pueden optimizarse tal como se logra en el mapa de la fórmula (1).

60 Aunque la superficie lateral de la porción de válvula 43 está dividida en cinco o cuatro partes de superficie en cada modificación mostrada en las figuras 7 y 8, puede dividirse en seis o más partes de superficie o puede dividirse en

tres partes de superficie. En cualquier caso, un poliedro que consiste en superficies de cada región se forma de manera que toda la superficie lateral de la porción de válvula 43 se expande con respecto a una forma cónica virtual compuesta por una superficie inferior y un extremo delantero de la porción de válvula 43.

REIVINDICACIONES

1. Válvula de expansión electrónica (30) que comprende un cuerpo de válvula (40) cuyo extremo delantero está dotado de una porción de válvula (43), un asiento de válvula (33) que forma una porción de regulador variable entre la porción de válvula (43) y el asiento de válvula (33) permitiendo que el cuerpo de válvula (40) se mueva en una dirección axial, y un motor paso a paso (36) que mueve el cuerpo de válvula (40) según un número de impulsos, en la que el área de la sección transversal de un hueco formado entre la porción de válvula (43) y la parte de diámetro mínimo del asiento de válvula (33) y que es perpendicular a la dirección axial se define como área de apertura y la razón de área entre el área de apertura en la que el número de impulsos todavía no se ha aumentado/disminuido y el área de apertura en la que el número de impulsos ya se ha aumentado/disminuido se define como razón de grado de apertura, y una superficie lateral de la porción de válvula (43) está dividida en tres o más regiones (RA, RB, RC, RD, RE) en la dirección axial, la superficie lateral de cada región es una superficie lateral en forma de cono truncado, caracterizada porque se dispone una línea divisoria de cada región en una superficie curva virtual en la que la razón de grado de apertura pasa a ser constante.
2. Válvula de expansión electrónica (30) según la reivindicación 1, que está caracterizada porque cuando la longitud en la dirección axial de cada una de las regiones (RA, RB, RC, RD, RE) se define como longitud de intervalo, la longitud de intervalo de cada región pasa a ser más pequeña hacia un extremo delantero de la porción de válvula (43) en el orden de disposición de las regiones (RA, RB, RC, RD, RE).
3. Válvula de expansión electrónica (30) según la reivindicación 1 o 2, que está caracterizada porque cuando el valor máximo del área de apertura se define como área de apertura máxima y cuando un porcentaje del área de apertura con respecto al área de apertura máxima se define como grado de apertura, la superficie lateral de la porción de válvula (43) se divide en:
- una primera región (RA) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 0% hasta menos del 25%;
- una segunda región (RB) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 25% hasta menos del 50%;
- una tercera región (RC) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 50% hasta menos del 75%; y
- una cuarta región (RD) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 75% hasta el 100%.
4. Válvula de expansión electrónica (30) según la reivindicación 1 o 2, que está caracterizada porque cuando el valor máximo del área de apertura se define como área de apertura máxima y cuando un porcentaje del área de apertura con respecto al área de apertura máxima se define como grado de apertura, la superficie lateral de la porción de válvula (43) se divide en:
- una primera región (RA) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 0% hasta menos del 20%;
- una segunda región (RB) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 20% hasta menos del 40%;
- una tercera región (RC) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 40% hasta menos del 60%;
- una cuarta región (RD) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 60% hasta menos del 80%;
- y una quinta región (RE) que corresponde a una parte en la que el grado de apertura es de desde el 80% hasta el 100%.
5. Válvula de expansión electrónica (30) según la reivindicación 1, que está caracterizada porque un perfil visible de una sección transversal que incluye un eje de válvula de la porción de válvula (43) satisface una relación expresada por las dos fórmulas siguientes:

[Fórmula numérica 1]

$$r = \sqrt{\frac{S_{\max} - B \cdot \beta^x}{\pi}}$$

$$S_{\max} = B \cdot \beta^{x_{\max}}$$

- 5 (x es la longitud desde una parte basal del asiento de válvula hasta una parte correspondiente al radio r en la dirección axial de la porción de válvula (43), x_{\max} es la longitud desde la parte basal hasta el extremo delantero de la porción de válvula (43), β es la razón de grado de apertura, S_{\max} es el área de apertura máxima, y r es la longitud (radio) desde el eje de válvula hasta la superficie lateral de la porción de válvula (43)).
- 10 6. Acondicionador de aire (1) que incluye la válvula de expansión electrónica (30) según una cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 5.

Fig.1

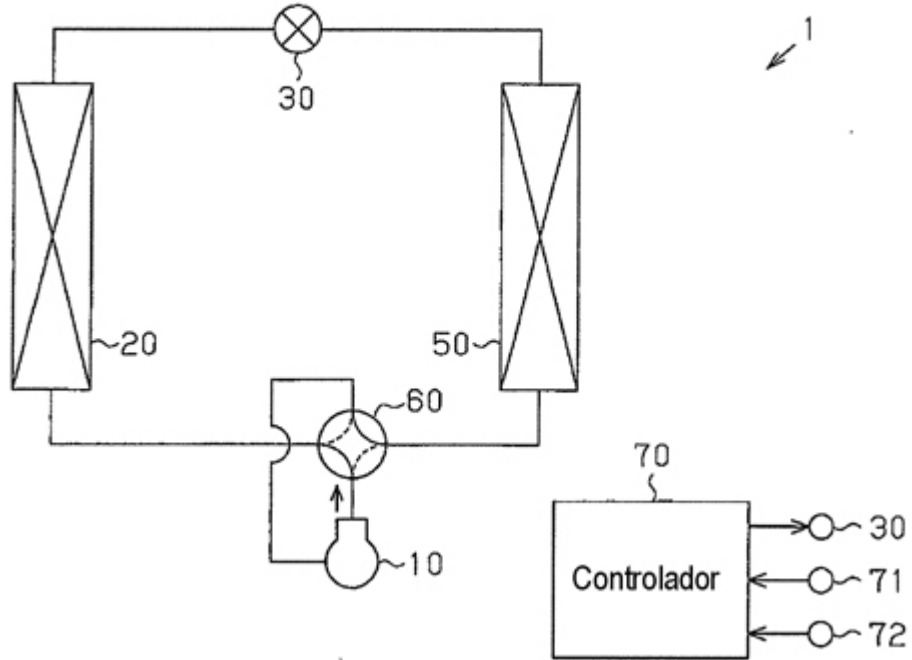


Fig.2

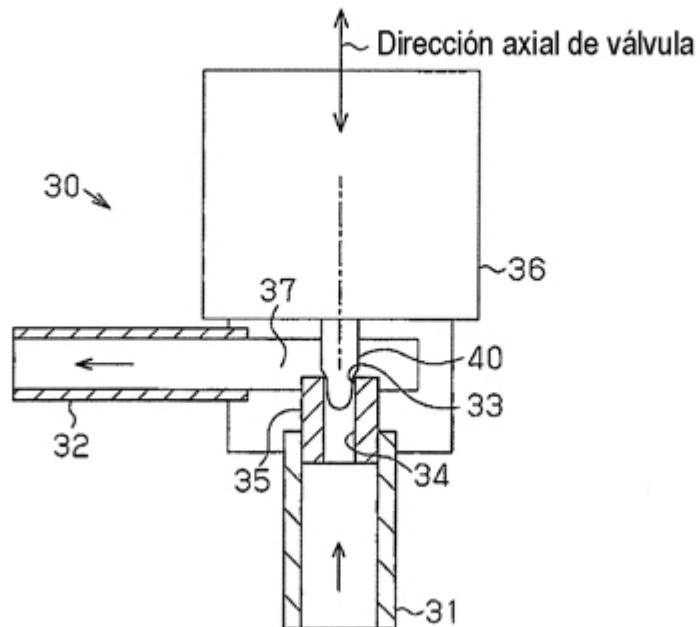


Fig.3 (a)

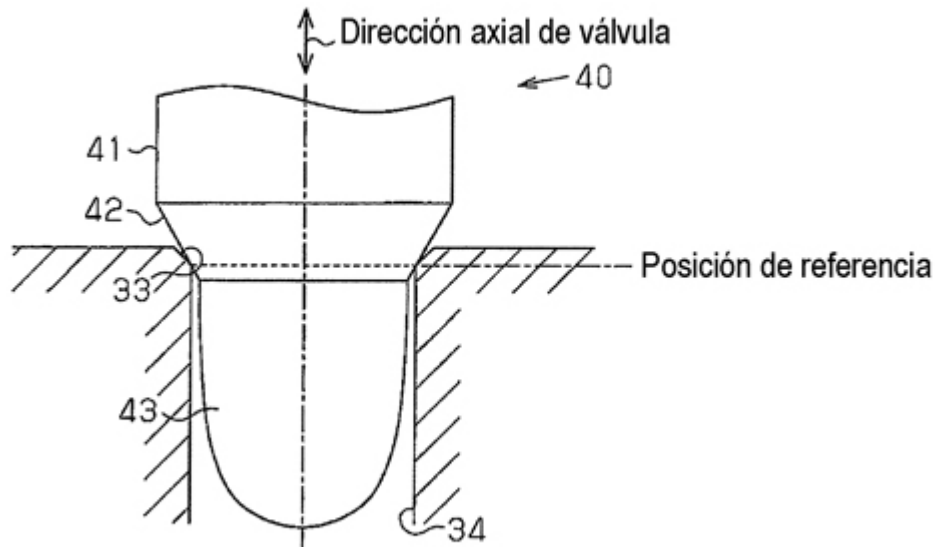


Fig.3 (b)

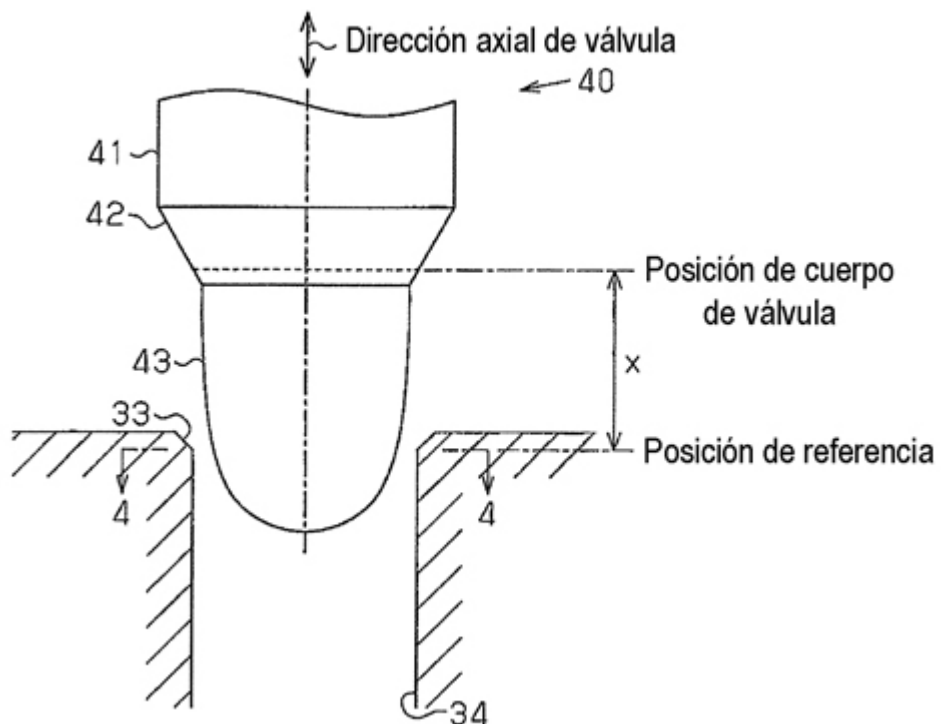


Fig.4

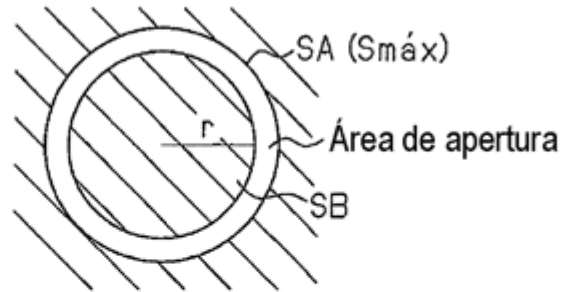


Fig.5 (a)

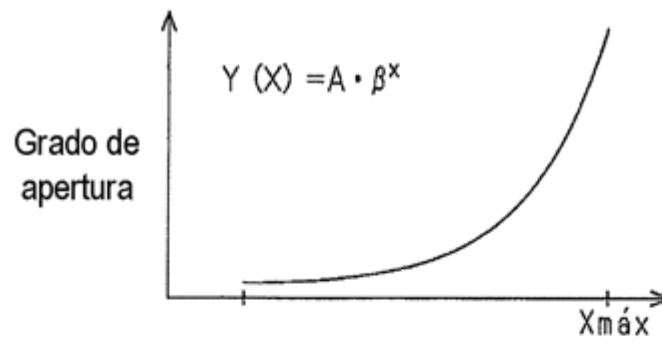


Fig.5 (b)

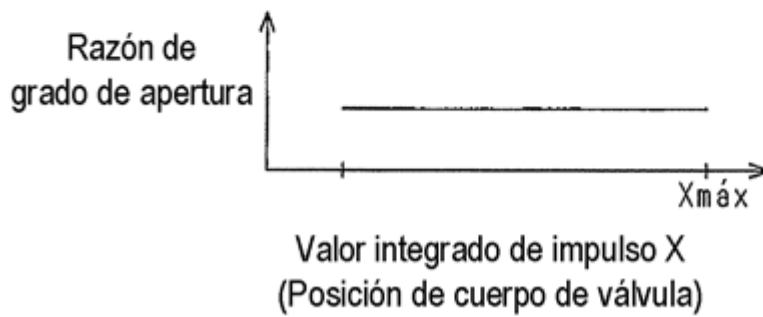


Fig.6

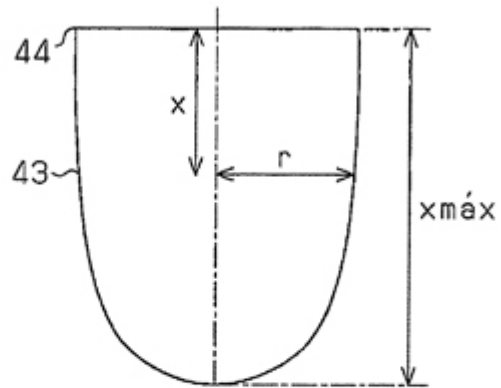


Fig.7

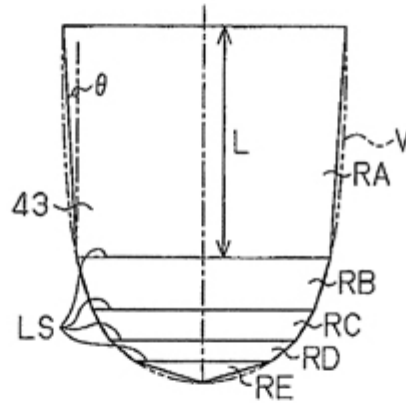


Fig.8

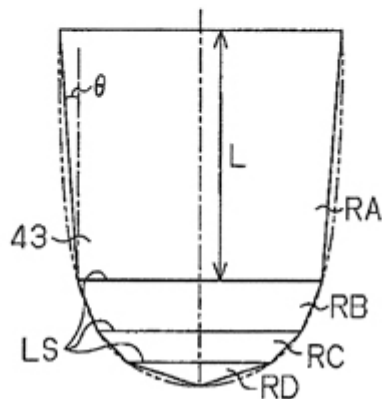


Fig.9

