

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 858**

51 Int. Cl.:

F04D 29/38 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2017** **PCT/JP2017/019545**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2018** **WO18216164**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2017** **E 17911234 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2022** **EP 3633208**

54 Título: **Ventilador de hélice y aparato de ciclo de refrigeración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
31.10.2022

73 Titular/es:
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:
YAMAMOTO, KATSUYUKI y
NAKASHIMA, SEIJI

74 Agente/Representante:
LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 926 858 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

Ventilador de hélice y aparato de ciclo de refrigeración

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un ventilador de hélice usado en un aparato de ciclo de refrigeración tal como un aparato de acondicionamiento de aire y a un aparato de ventilación y a un aparato de ciclo de refrigeración que incluye el ventilador de hélice.

10

Antecedentes de la técnica

Se espera que los ventiladores de hélice (dispositivos de envío de aire de flujo axial) reduzcan el ruido. Para satisfacer una expectativa de ese tipo, se han propuesto diversos ventiladores de hélice con álabes conformados para reducir el ruido.

15

Por ejemplo, el documento de patente 1 da a conocer un ventilador de hélice "con un cubo unido alrededor de un árbol rotatorio de ventilador y equipado con dos álabes, teniendo cada uno de los álabes una parte de borde de ataque de álabe desde la que fluye un flujo de aire durante la rotación del ventilador, y que tiene una parte rebajada de borde de salida que tiene sustancialmente forma de arco, forma de V o forma poligonal y está rebajada en una dirección opuesta a la dirección del flujo de aire, estando uno de los álabes dispuesto para ser sustancialmente simétrico alrededor del otro de los álabes en un intervalo de 180 grados ± 5 grados alrededor del árbol rotatorio de ventilador, y estando los álabes dispuestos para tener una solidez $\sigma = L/T$ que oscila entre 0,3 y 0,55 dentro de un intervalo entre 0,75 R_m y 1,25 R_m cuando se cumple una fórmula matemática $R_m = (D_1 - D_2)/2$, en donde L representa la longitud de una línea de cuerda de álabe, T representa un paso entre álabes, D_1 representa el tamaño del diámetro exterior de cada uno de los álabes, y D_2 representa el tamaño del diámetro exterior del cubo".

20

25

Lista de menciones30 **Documento de patente**

Documento de patente 1: Patente japonesa n.º 4467952

El documento EP2607714A2 da a conocer un ventilador de hélice para una unidad de fuente de calor con una pluralidad de álabes fijados a un cubo en un eje de rotación del ventilador, en el que cada uno de los álabes tiene una parte de rebaje formada en una sección de borde trasero de álabe, en la dirección de rotación de ventilador, como parte de soplado de aire durante la rotación del ventilador, y las partes de rebaje de los álabes respectivos están rebajadas en una dirección opuesta a la dirección de soplado de aire y tienen diferentes tamaños.

35

40 **Sumario de la invención****Problema técnico**

La técnica mencionada anteriormente descrita en el documento de patente 1 establece la solidez σ en el rango entre 0,3 y 0,55 para reducir el ruido. Sin embargo, con la técnica descrita en el documento de patente 1, un lado de la parte rebajada que es próximo a una circunferencia interior del álabe tiene una forma de línea recta, aumentando de este modo el flujo que se escapa de una superficie de presión a una superficie de succión. Por tanto, la técnica tiene el problema de una reducción insuficiente del ruido.

45

La presente invención se ha realizado para abordar el problema descrito anteriormente y tiene como objetivo proporcionar un ventilador de hélice que adopta una forma de álabe que reduce la fuga de flujo de la superficie de presión a la superficie de succión para reducir el ruido y un aparato de ciclo de refrigeración que incluye el ventilador de hélice.

50

55 **Solución al problema**

Se proporciona un ventilador de hélice según la reivindicación 1. Según un ejemplo, el ventilador de hélice incluye una parte de árbol rotatorio que rota alrededor de un centro axial y una pluralidad de álabes dispuestos alrededor de una parte circunferencial exterior de la parte de árbol rotatorio. Cada uno de la pluralidad de álabes tiene al menos una parte rebajada que se abre en un borde de salida del álabe. La al menos una parte rebajada tiene un primer lado que es próximo a una circunferencia interior del álabe. El primer lado se extiende desde el borde de salida hacia el borde de ataque del álabe y se dobla hacia una circunferencia exterior del álabe.

60

Un aparato de ciclo de refrigeración según otra realización de la presente invención incluye un circuito de refrigerante en el que un compresor, un primer intercambiador de calor, un dispositivo de expansión y un segundo intercambiador de calor están conectados mediante tuberías. El ventilador de hélice descrito anteriormente está

65

montado en una unidad de enfriamiento junto con el primer intercambiador de calor para suministrar aire al primer intercambiador de calor.

Efectos ventajosos de la invención

5

El ventilador de hélice según un ejemplo incluye los álabes, teniendo cada uno de los cuales el borde de salida la parte rebajada con el primer lado próximo a la circunferencia interior del álabe, se extiende desde el borde de salida hacia el borde de ataque y se dobla hacia la circunferencia exterior del correspondiente de los álabes. En consecuencia, el flujo de aire a lo largo de un lado de la parte rebajada que es próximo a la circunferencia interior

10

fluye a lo largo de la forma curva del primer lado, haciendo posible reducir un vórtice de fuga y, por tanto, reducir la entrada y el ruido.

El aparato de ciclo de refrigeración según otra realización de la presente invención tiene el ventilador de hélice descrito anteriormente incluido en la unidad de enfriamiento junto con el primer intercambiador de calor, y por tanto reduce el ruido.

15

Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice según el ejemplo 1 observado desde un lado aguas arriba.

20

[Figura 2] La figura 2 es un diagrama esquemático para ilustrar partes rebajadas del ventilador de hélice según el ejemplo 1,

[Figura 3] La figura 3 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice en la técnica relacionada observado desde el lado aguas arriba.

25

[Figura 4] La figura 4 es una vista en sección transversal del ventilador de hélice de la figura 1 tomada a lo largo de la línea I-I.

30

[Figura 5] La figura 5 es una vista en sección transversal del ventilador de hélice de la figura 2 tomada a lo largo de la línea II-II.

[Figura 6] La figura 6 es un diagrama de configuración esquemática que ilustra esquemáticamente un ejemplo de la configuración de una unidad de enfriamiento que tiene el ventilador de hélice según el ejemplo 1 montado en la unidad de enfriamiento.

35

[Figura 7] La figura 7 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice según el ejemplo 2 observado desde el lado aguas arriba.

40

[Figura 8] La figura 8 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice según el ejemplo 3 observado desde el lado aguas arriba.

[Figura 9] La figura 9 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice según el ejemplo 3 observado desde el lado aguas arriba.

45

[Figura 10] La figura 10 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice según el ejemplo 4 observado desde el lado aguas arriba.

[Figura 11] La figura 11 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice según la realización 5 de la presente invención observado desde el lado aguas arriba.

50

[Figura 12] La figura 12 es un diagrama de configuración de circuito que ilustra de manera esquemática una configuración de un circuito de refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración según la realización 6 de la presente invención.

55

[Figura 13] La figura 13 es una vista en perspectiva esquemática que ilustra un ejemplo de la configuración de una unidad de enfriamiento que forma parte del aparato de ciclo de refrigeración según la realización 6 de la presente invención.

60

[Figura 14] La figura 14 es una vista en sección transversal de la unidad de enfriamiento de la figura 13 tomada a lo largo de la línea IV-IV.

[Figura 15] La figura 15 es un diagrama de configuración esquemática que ilustra de manera esquemática otro ejemplo de la configuración de la unidad de enfriamiento del aparato de ciclo de refrigeración según la realización 6 de la presente invención. Descripción de las realizaciones

65

Los ejemplos 1 a 4 no forman parte de la invención y las realizaciones 5 y 6 de la presente invención se describirán a continuación con referencia a los dibujos. En los siguientes dibujos, incluyendo la figura 1, la relación de tamaño entre los componentes puede ser diferente de la real. Además, en los siguientes dibujos, incluyendo la figura 1, los componentes indicados con signos de referencia idénticos son idénticos o equivalentes entre sí, lo que se aplica a todo el texto de la memoria descriptiva. Además, las formas de los elementos componentes descritas en la totalidad del texto de la memoria descriptiva son básicamente ilustrativas, y las formas de los elementos componentes no se limitan a las descritas.

Realización 1

La figura 1 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1 observado desde un lado aguas arriba. La figura 2 es un diagrama esquemático para ilustrar partes rebajadas 8A del ventilador de hélice 100A. La figura 3 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice (a continuación en el presente documento denominado ventilador de hélice 100X) en la técnica relacionada, observado desde el lado de aguas arriba. El ventilador de hélice 100A se describirán con referencia a las figuras 1 y 2. En la descripción del ventilador de hélice 100A, el ventilador de hélice 100A se comparará, según corresponda, con el ventilador de hélice 100X de la figura 3. En la figura 3, cada uno de los componentes del ventilador de hélice 100X correspondiente a los componentes del ventilador de hélice 100A se indica con una "X" al final del signo de referencia del componente para distinguir el componente del correspondiente del ventilador de hélice 100A.

La figura 1 ilustra solo un álabe 2A del ventilador de hélice 100A. Es decir, aunque el ventilador de hélice 100A incluye una pluralidad de álabes 2A, solo se ilustra un álabe 2A de la pluralidad de álabes 2A por motivos de conveniencia. Además, la figura 2 ilustra cuatro álabes 2A del ventilador de hélice 100A. Sin embargo, el número de álabes 2A no está particularmente limitado. Además, la parte rebajada se proporciona en cada álabe independientemente del número de álabes 2A, y se obtienen los efectos de emplear el ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1 para cada álabe.

El ventilador de hélice 100A incluye una protuberancia 1 que rota alrededor de un centro axial RC y la pluralidad de álabes 2A dispuestas alrededor de una parte circunferencial exterior de la protuberancia 1. Cada uno de los álabes 2A está rodeado por un extremo circunferencial interior 21, un extremo circunferencial exterior 22, un borde de ataque 4 y un borde de salida 3. Además, la parte rebajada 8A que se abre en una parte del borde de salida 3 se forma en el borde de salida 3 del álabe 2A.

La protuberancia 1 corresponde a una "parte de árbol rotatorio".

La parte rebajada 8A se describirá en detalle.

La parte rebajada 8A tiene lados. Uno de los lados está en un lado de circunferencia interior del álabe 2A. El uno de los lados está, en otras palabras, próximo a una circunferencia interior del álabe 2A, y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y se define como un primer lado 5A. Además, el otro de los lados de la parte rebajada 8A está en un lado de circunferencia exterior del álabe 2A. El otro de los lados está, en otras palabras, próximo a una circunferencia exterior del álabe 2A, y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2A (hacia el extremo circunferencial interior 21) se define como un segundo lado 6A. Como el primer lado 5A se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2A y el segundo lado 6A se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2A, tanto el primer lado 5A como el segundo lado 6A terminan en una intersección a la que se extienden el primer lado 5A y el segundo lado 6A desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4. Esta intersección se define como un vértice 7A. Además, tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, el primer lado 5A tiene una forma curva que sobresale y se dobla hacia la circunferencia exterior del álabe 2A.

Es decir, en una vista desde arriba del ventilador de hélice 100A observado desde el lado de aguas arriba en la dirección axial, la parte rebajada 8A se define como una zona abierta en parte por el primer lado 5A y el segundo lado 6A que actúan como límites de la parte rebajada 8A. Además, en la vista desde arriba, la parte rebajada 8A tiene una forma sustancialmente triangular con el primer lado 5A doblado hacia la circunferencia exterior del álabe 2A, es decir, formando el primer lado 5A una forma curva que sobresale hacia la circunferencia exterior del álabe 2A.

La parte rebajada 8A se describirá específicamente de manera adicional.

Tal como se ilustra en la figura 2, por ejemplo, el ventilador de hélice 100A incluye cuatro álabes 2A. La parte rebajada 8A que se abre en una parte del borde de salida 3 se forma en cada uno de los álabes 2A. En la vista desde arriba del ventilador de hélice 100A observado desde el lado aguas arriba, el primer lado 5A de la parte rebajada 8A puede estar en la circunferencia de un círculo concéntrico 50 que es concéntrico con la protuberancia 1, por ejemplo. Es decir, en la vista desde arriba del ventilador de hélice 100A observado desde el lado aguas arriba, el primer lado 5A forma un arco que corresponde a una parte del círculo concéntrico 50, que es concéntrico

con la protuberancia 1. Es posible determinar la forma del primer lado 5A de la manera descrita anteriormente, y simplificar, por tanto, la determinación de la forma del primer lado 5A.

Tal como se ilustra en la figura 3, el ventilador de hélice 100X incluye una protuberancia 1X que rota alrededor del centro axial RC y una pluralidad de álabes 2X dispuestos alrededor de una parte circunferencial exterior de la protuberancia 1X. Cada uno de los álabes 2X está rodeado por un extremo circunferencial interior 21X, un extremo circunferencial exterior 22X, un borde de ataque 4X y un borde de salida 3X. Además, se forma una parte rebajada 8X en el borde de salida 3X del álabe 2X.

La parte rebajada 8X se describirá en detalle.

La parte rebajada 8X tiene lados y uno de los lados es próximo a una circunferencia interior del álabe 2X y se extiende desde el borde de salida 3X hacia el borde de ataque 4X y hacia una circunferencia exterior del álabe 2X (hacia el extremo circunferencial exterior 22X) se define como un primer lado 5X. Además, el otro de los lados de la parte rebajada 8X que es próximo a una circunferencia exterior del álabe 2X y se extiende desde el borde de salida 3X hacia el borde de ataque 4X y hacia la circunferencia interior del álabe 2X (hacia el extremo circunferencial interior 21X) se define como segundo lado 6X. Como el primer lado 5X se extiende hacia el borde de ataque 4X y hacia la circunferencia exterior del álabe 2X y el segundo lado 6X se extiende hacia el borde de ataque 4X y hacia la circunferencia interior del álabe 2X, tanto el primer lado 5X como el segundo lado 6X terminan en una intersección a la que se extienden el primer lado 5X y el segundo lado 6X desde el borde de salida 3X hacia el borde de ataque 4X. Esta intersección se define como un vértice 7X.

Es decir, en una vista desde arriba del ventilador de hélice 100X observado desde el lado de aguas arriba en la dirección axial, la parte rebajada 8X se define como una zona abierta en parte por el primer lado 5X y el segundo lado 6X que actúan como límites de la parte rebajada 8X. Además, en la vista desde arriba, la parte rebajada 8X tiene una forma sustancialmente triangular, formando cada uno del primer lado 5X y el segundo lado 6X una forma de línea recta. Alternativamente, en la vista desde arriba, la parte rebajada 8X tiene una forma sustancialmente triangular formando el primer lado 5X un arco rebajado en una dirección opuesta a la dirección un flujo de aire.

Se describirá brevemente el funcionamiento del ventilador de hélice 100A.

Un motor (se omite la ilustración del motor) unido a la protuberancia 1 se acciona en rotación, haciendo rotar de este modo el álabe macizo tridimensional 2A ilustrado en las figuras 1 y 2 alrededor del centro axial RC en la dirección de la flecha A junto con la protuberancia 1. Con la rotación del álabe 2A, se genera un flujo de aire (flujo de aire soplado) desde la parte delantera de la hoja del dibujo hacia la parte trasera de la hoja del dibujo. Una superficie aguas arriba de la forma del álabe 2A es una superficie de succión, y una superficie aguas abajo de la forma del álabe 2A es una superficie de presión.

Los efectos del ventilador de hélice 100A se describirán en comparación con los del ventilador de hélice 100X.

Con la parte rebajada 8X, el ventilador de hélice 100X es capaz de desviar un flujo de aire que pasa en las proximidades de la parte rebajada 8X (flecha 10X ilustrada en la figura 3) tanto hacia la circunferencia interior como la circunferencia exterior del álabe 2X desde el vértice 7X. Un flujo de aire próximo a la circunferencia interior se representa mediante la flecha 10-1X, y un flujo de aire próximo a la circunferencia exterior se representa mediante la flecha 10-2X.

Además, el efecto de sinergia con la fuerza centrífuga del ventilador de hélice 100X permite que el flujo de aire (flecha 10-2X) próximo a la circunferencia exterior se mueva hacia la circunferencia exterior, en la que el trabajo en una rotación es grande, reduciendo de este modo la entrada. Sin embargo, el flujo de aire (flecha 10-1X) próximo a la circunferencia interior no fluye a lo largo de la forma de línea recta del lado de la parte rebajada 8X que es próximo a la circunferencia interior y se separa de la línea recta. Por consiguiente, el flujo separado se mueve desde la superficie de presión hacia la superficie de succión, aumentando de este modo un vórtice de fuga 11X. El aumento del vórtice de fuga 11X da como resultado un aumento de la pérdida y, por tanto, un deterioro de la entrada. Además, la interferencia del vórtice de fuga 11X con un objeto colocado aguas abajo genera un gran ruido.

Con la parte rebajada 8A, el ventilador de hélice 100A es capaz de desviar un flujo de aire que pasa en las proximidades de la parte rebajada 8A (flecha 10 ilustrada en la figura 1) tanto hacia la circunferencia interior como la circunferencia exterior del álabe 2A desde el vértice 7A. Un flujo de aire próximo a la circunferencia interior se representa mediante la flecha 10-1, y un flujo de aire próximo a la circunferencia exterior se representa mediante la flecha 10-2.

Además, el efecto de sinergia con la fuerza centrífuga del ventilador de hélice 100A permite que el flujo de aire (flecha 10-2) próximo a la circunferencia exterior se mueva hacia la circunferencia exterior, en la que el trabajo en una rotación es grande, reduciendo de este modo la entrada. Además, el primer lado 5A de la parte rebajada 8A tiene una forma curva doblada hacia la circunferencia exterior. Por consiguiente, un flujo sobre la superficie de

presión fluye a lo largo de la forma curva doblada hacia la circunferencia exterior, lo que hace posible suprimir la separación del flujo de aire (flecha 10-1) próximo a la circunferencia interior. Por tanto, es posible reducir un vórtice de fuga 11 en el flujo de aire (flecha 10-1) próximo a la circunferencia interior. Por tanto, el ventilador de hélice 100A es capaz de reducir el vórtice de fuga 11 con la parte rebajada 8A y, por tanto, reduce la entrada y el ruido.

5

La figura 4 es una vista en sección transversal del ventilador de hélice 100A de la figura 1 tomada a lo largo de la línea I-I. La figura 5 es una vista en sección transversal del ventilador de hélice 100A de la figura 2 tomada a lo largo de la línea II-II. La figura 6 es un diagrama de configuración esquemática que ilustra de manera esquemática un ejemplo de la configuración de una unidad de enfriamiento 210B que tiene el ventilador de hélice 100A montado en la unidad de enfriamiento 210B. Los efectos del ventilador de hélice 100A se describirán adicionalmente con referencia a las figuras 4 a 6. La unidad de enfriamiento 210B ilustrada en la figura 6 se describirá en detalle en la realización 6.

10

La figura 4 ilustra una línea de inclinación 33 del álabe 2A en una sección transversal cilíndrica alrededor del centro axial RC y un punto medio de cuerda de álabe 34 que corresponde al punto medio de una línea recta que conecta el borde de ataque 4 y el borde de salida 3 en la línea de inclinación. 33. La figura 5 ilustra una línea central de cuerda de álabe 35 que es una línea curva obtenida conectando los puntos medios de cuerda de álabe 34, uno de los cuales se ilustra en la figura 4, desde el extremo circunferencial interior 21 hasta el extremo circunferencial exterior 22.

15

20

El vórtice de fuga 11 contribuye a la magnitud de la diferencia de presión entre la superficie de presión y la superficie de succión. El vórtice de fuga 11 aumenta con el aumento de la diferencia de presión. En el ventilador de hélice 100A, sobresaliendo la línea central de cuerda de álabe 35 aguas abajo en una zona a lo largo de la dirección radial excluyendo la parte rebajada 8A, tal como se ilustra en las figuras 4 y 5, tiende a obtenerse un gran aumento de presión sobre la superficie de presión durante la rotación. Por consiguiente, la diferencia de presión entre la superficie de presión y la superficie de succión aumenta, lo que aumenta el vórtice de fuga 11. Para evitar tal aumento del vórtice de fuga 11, el ventilador de hélice 100A tiene la parte rebajada 8A para poder reducir el vórtice de fuga 11 y, por tanto, resulta eficaz.

25

30

Tal como se ilustra en la figura 6, la unidad de enfriamiento 210B se usa como unidad del lado de fuente de calor (unidad de exterior), por ejemplo. La unidad de enfriamiento 210B incluye un alojamiento 204B que forma el exterior de la unidad de enfriamiento 210B. El alojamiento 204B aloja un separador 250 para dividir el interior del alojamiento 204B en una cámara de dispositivo de envío de aire 252 en la que están instalados el ventilador de hélice 100A y una cámara mecánica 251 en la que están instalados componentes tales como un compresor 211. Además, un motor 206 para accionar el ventilador de hélice 100A y un primer intercambiador de calor 205 están instalados en la cámara de dispositivo de envío de aire 252. Además, se instala una boca de campana 255 alrededor del ventilador de hélice 100A.

35

40

Tal como se ilustra en la figura 6, cuando la boca de campana 255 y el ventilador de hélice 100A se disponen para aumentar una zona de solapado de la boca de campana 255 y el ventilador de hélice 100A y el ventilador de hélice 100A se observa desde un lado lateral, se obtiene un gran aumento de presión sobre la superficie de presión en la zona de solapado de la boca de campana 255 y el ventilador de hélice 100A. Por consiguiente, se incrementa el vórtice de fuga 11. Incluso cuando la boca de campana 255 y el ventilador de hélice 100A se disponen para aumentar la zona de solapado de la boca de campana 255 y el ventilador de hélice 100A, sin embargo, el ventilador de hélice 100A tiene la parte rebajada 8A. En consecuencia, el ventilador de hélice 100A es capaz de reducir el vórtice de fuga 11 y, por tanto, resulta eficaz.

45

Parámetros tales como el número de partes rebajadas 8A, las longitudes respectivas del primer lado 5A y el segundo lado 6A que forman cada una de las partes rebajadas 8A, y el ángulo formado por el primer lado 5A y el segundo lado 6A en el vértice 7A no se ven particularmente limitados, y pueden especificarse según corresponda.

50

Además, aunque la forma del primer lado 5A se ha descrito con referencia a la figura 2, parámetros como la curvatura del primer lado 5A no se limitan a los de la figura 2.

55

Además, aunque el primer lado 5A que se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se ha descrito como un ejemplo, el primer lado 5A puede extenderse desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2A (hacia el extremo circunferencial exterior 22) dependiendo de la forma del primer lado 5A.

60

Además, el segundo lado 6A puede ser una línea recta o una línea curva.

En el ejemplo 1, se ha descrito el ventilador de hélice 100A que incluye la protuberancia 1 como un ejemplo de la parte de árbol rotatorio. El ventilador de hélice 100A, sin embargo, puede ser un ventilador de hélice de álabes integrados. El ventilador de hélice de álabes integrados incluye una parte de árbol rotatorio (centro de rotación) conectada a un árbol rotatorio de una fuente de accionamiento tal como un motor y una pluralidad de álabes dispuestos en la parte de circunferencia exterior de la parte de árbol rotatorio, y está formado de tal de manera que

65

los álabes adyacentes de la pluralidad de álabes están conectados entre sí en una parte de borde de ataque y una parte de borde de salida. Es decir, en el ventilador de hélice de álabes integrados, los álabes adyacentes están conectados entre sí no a través de una parte de protuberancia, sino como una superficie continua. En este caso, la parte de árbol rotatorio que actúa como centro de rotación corresponde a la "parte de árbol rotatorio" de la presente invención. La formación de un ventilador de hélice como el ventilador de hélice de álabes integrados puede aplicarse de manera similar a los ejemplos 2 a 4 y a las realizaciones 5 y 6 que se describen a continuación.

Realización 2

La figura 7 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice 100B según el ejemplo observado desde el lado aguas arriba. El ventilador de hélice 100B se describirá con referencia a la figura 7.

En el ejemplo 2, la descripción se centrará en las diferencias con respecto al ejemplo 1. Las mismas partes que las del ejemplo 1 se designan con los mismos números de referencia y se omitirá la descripción de las partes.

En el ejemplo 2, un álabe 2B del ventilador de hélice 100B es diferente del álabe 2A del ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1.

La figura 7 ilustra solo un álabe 2B del ventilador de hélice 100B. Es decir, aunque el ventilador de hélice 100B incluye una pluralidad de álabes 2B, solo se ilustra un álabe 2B de la pluralidad de álabes 2B por motivos de conveniencia. Además, el número de álabes 2B no se ve particularmente limitado. Además, la parte rebajada se proporciona en cada álabe independientemente del número de álabes 2B, y se obtienen los efectos de emplear el ventilador de hélice 100B según el ejemplo 2 para cada álabe.

El ventilador de hélice 100B incluye la protuberancia 1 que rota alrededor del centro axial RC y la pluralidad de álabes 2B dispuestos alrededor de la parte circunferencial exterior de la protuberancia 1. Cada uno de los álabes 2B está rodeado por el extremo circunferencial interior 21, el extremo circunferencial exterior 22, el borde de ataque 4 y el borde de salida 3. Además, una parte rebajada 8B que se abre en una parte del borde de salida 3 se forma en el borde de salida 3 del álabe 2B.

La parte rebajada 8B se describirá en detalle.

La parte rebajada 8B tiene lados y aquel de los lados que es próximo a una circunferencia interior del álabe 2B y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se define como un primer lado 5B. Además, el otro de los lados de la parte rebajada 8B que es próximo a una circunferencia exterior del álabe 2B y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2B (hacia el extremo circunferencial interior 21) se define como segundo lado 6B. Además, todavía otro de los lados de la parte rebajada 8B que es próximo al borde de ataque 4 se define como un tercer lado 12. El tercer lado 12 es un lado que conecta un extremo lateral del primer lado 5B que es próximo al borde de ataque y un extremo lateral del segundo lado 6B que es próximo al borde de ataque. Además, tal como se ilustra en la figura 7, el primer lado 5B tiene una forma curva que se dobla hacia la circunferencia exterior del álabe 2B.

Es decir, en una vista desde arriba del ventilador de hélice 100B observado desde el lado de aguas arriba en la dirección axial, la parte rebajada 8B se define como una zona abierta en parte por el primer lado 5X, el segundo lado 6B, y el tercer lado 12 que actúan como límites de la parte rebajada 8B. Además, en la vista desde arriba, la parte rebajada 8B tiene una forma sustancialmente cuadrangular (forma de paralelogramo o de trapecioide, por ejemplo) con el primer lado 5B doblado hacia la circunferencia exterior del álabe 2B, es decir, formando el primer lado 5B una forma curva que sobresale hacia la circunferencia exterior del álabe 2B.

Se describirán los efectos del ventilador de hélice 100B.

Por ejemplo, cuando el borde de salida de un ventilador de hélice se forma con una parte rebajada que tiene una forma sustancialmente de paralelogramo en una vista desde arriba del ventilador de hélice y que tiene un lado que es próximo a una circunferencia interior de un álabe y es una línea recta, la carta sobre el lado que es próximo a la circunferencia interior se reduce, aumentando de manera relativa la carga sobre un lado que es próximo a la circunferencia exterior del álabe y tiene el trabajo de la mayor cantidad en una rotación. De este modo, se reduce la entrada. Con tal parte rebajada, sin embargo, el flujo de aire próximo a la circunferencia interior no fluye a lo largo de la forma de línea recta del lado que es próximo a la circunferencia interior y se separa de la forma de línea recta del lado que es próximo a la circunferencia interior, de manera similar a la parte rebajada 8X ilustrada en la figura 3. Con tal parte rebajada, por consiguiente, el ventilador de hélice no puede reducir de manera eficaz la entrada y el ruido de manera similar al ventilador de hélice 100X en la técnica relacionada descrita anteriormente.

Por el contrario, en el ventilador de hélice 100B, el primer lado 5B de la parte rebajada 8B se forma en la forma curva doblada hacia la circunferencia exterior del álabe 2B. Con la parte rebajada 8B, el flujo de aire en la superficie de presión fluye a lo largo de la forma curva doblada hacia la circunferencia exterior del álabe 2B, lo que hace posible suprimir la separación del flujo de aire (flecha 10-1) en la parte rebajada 8B que es próxima a la

circunferencia exterior del álabe 2B. Por tanto, es posible reducir el vórtice de fuga 11 en el flujo de aire (flecha 10-1) próximo a la circunferencia interior. El ventilador de hélice 100B es capaz, por tanto, de reducir el vórtice de fuga 11 con la parte rebajada 8B, y, por tanto, reduce la entrada y el ruido de manera similar al ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1.

Parámetros tales como el número de partes rebajadas 8B, las longitudes respectivas del primer lado 5B, el segundo lado 6B, y el tercer lado 12 que forman cada una de las partes rebajadas 8B, el ángulo formado por el primer lado 5B y el tercer lado 12, y el ángulo formado por el segundo lado 6B y el tercer lado 12 no se ven particularmente limitados, y pueden especificarse según corresponda.

Además, a pesar de que la forma del primer lado 5B puede determinarse tal como en la figura 2, de manera similar a la del primer lado 5A, parámetros tales como la curvatura del primer lado 5B no se ven particularmente limitados.

Además, aunque el primer lado 5B que se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se ha descrito como un ejemplo, el primer lado 5B puede extenderse desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2A (hacia el extremo circunferencial exterior 22) dependiendo de la forma del primer lado 5B.

Además, el segundo lado 6B puede ser una línea recta o una línea curva.

Ejemplo 3

Cada una de las figuras 8 y 9 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice 100E según el ejemplo 3 observado desde el lado aguas arriba. El ventilador de hélice 100E se describirá con referencia a las figuras 8 y 9. En el ejemplo 3, la descripción se centrará en las diferencias con respecto a los ejemplos 1 a 2. Las mismas partes que las de los ejemplos 1 a 2 se designan con los mismos números de referencia y se omitirá la descripción de las partes.

En el ejemplo 3, un álabe 2E del ventilador de hélice 100E es diferente del álabe 2A del ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1.

La figura 8 ilustra solo un álabe 2E del ventilador de hélice 100E. Es decir, aunque el ventilador de hélice 100E incluye una pluralidad de álabes 2E, solo se ilustra un álabe 2E de la pluralidad de álabes 2E por motivos de conveniencia. Además, el número de álabes 2E no está particularmente limitado. Además, la parte rebajada se proporciona en cada álabe independientemente del número de álabes 2E, y se obtienen los efectos de emplear el ventilador de hélice 100E según el ejemplo 3 para cada álabe.

El ventilador de hélice 100E incluye la protuberancia 1 que rota alrededor del centro axial RC y la pluralidad de álabes 2E dispuestos alrededor de la parte circunferencial exterior de la protuberancia 1. Cada uno de los álabes 2E está rodeado por el extremo circunferencial interior 21, el extremo circunferencial exterior 22, el borde de ataque 4 y el borde de salida 3. Además, una parte rebajada 8E que se abre en una parte del borde de salida 3 se forma en el borde de salida 3 del álabe 2E. Además, una parte en saliente (primera parte en saliente) 30 se forma en uno de los lados de la parte rebajada 8E que es próximo a una circunferencia interior del álabe 2E.

La parte rebajada 8E y la parte en saliente 30 se describirán en detalle.

La parte rebajada 8E tiene lados y aquel de los lados que es próximo a una circunferencia interior del álabe 2E y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se define como un primer lado 5E. Además, el otro de los lados de la parte rebajada 8E que es próximo a una circunferencia exterior del álabe 2E y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2E (hacia el extremo circunferencial interior 21) se define como segundo lado 6E. Como el primer lado 5E se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2E y el segundo lado 6E se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2E, tanto el primer lado 5E como el segundo lado 6E terminan en una intersección a la que se extienden el primer lado 5E y el segundo lado 6E desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4. Esta intersección se define como un vértice 7E. Además, el primer lado 5E tiene una forma curva que se dobla hacia la circunferencia exterior del álabe 2E, tal como se ilustra en la figura 8.

Es decir, en una vista desde arriba del ventilador de hélice 100E observado desde el lado de aguas arriba en la dirección axial, la parte rebajada 8E se define como una zona abierta en parte por el primer lado 5E y el segundo lado 6E que actúan como límites de la parte rebajada 8E. Además, en la vista desde arriba, la parte rebajada 8E tiene una forma sustancialmente triangular con el primer lado 5E doblado hacia la circunferencia exterior del álabe 2E, es decir, formando el primer lado 5E una forma curva que sobresale hacia la circunferencia exterior del álabe 2E. La parte rebajada 8E es básicamente la misma que la parte rebajada 8A descrita en el ejemplo 1.

Tal como se ilustra en la figura 8, la parte en saliente 30 se forma como parte del primer lado 5E de la parte rebajada 8E que sobresale hacia el extremo circunferencial exterior 22. Además, en la vista desde arriba del

ventilador de hélice 100E observado desde el lado aguas arriba en la dirección axial, la parte en saliente 30 se forma de manera rectangular. La figura 8 ilustra un ejemplo en el que el ventilador de hélice 100E tiene una parte en saliente 30.

5 Se describirán los efectos del ventilador de hélice 100E.

El ventilador de hélice 100E tiene la parte rebajada 8E teniendo el primer lado 5E una forma curva doblada hacia la circunferencia exterior del álabe 2E, y el primer lado 5E de la parte rebajada 8E se forma con la parte en saliente 30. En el primer lado 5E, por consiguiente, se forma una zona que tiene una anchura determinada entre el primer
10 lado 5E y el vórtice de fuga 11 generado a partir del vértice 7E a lo largo de la forma en arco del primer lado 5E. Esta zona reduce la contribución a la generación del vórtice de fuga 11.

El ventilador de hélice 100E es capaz, por tanto, de reducir el vórtice de fugas 11 que fluye aguas abajo desde el ventilador de hélice 100E, y, por tanto, reduce el ruido.

15 Parámetros tales como el número de partes rebajadas 8E, las longitudes respectivas del primer lado 5E y el segundo lado 6E que forman cada una de las partes rebajadas 8E, el ángulo formado por el primer lado 5E y el segundo lado 6E en el vértice 7E, el número, el tamaño y la forma de las partes en saliente 30, y la curvatura del cuarto lado 13-3 no se ven particularmente limitados, y pueden especificarse según corresponda.

20 Tal como se ilustra en la figura 9, por ejemplo, la parte en saliente 30 puede incluir, como una pluralidad de partes en saliente 30, una parte en saliente de lado de borde de ataque 30a y una parte en saliente de lado de borde de salida 30b, teniendo cada una una circunferencia exterior curva. Cuando la parte en saliente 30 proporcionada en cada uno de los primeros lados 5E incluye una pluralidad de partes en saliente 30, la pluralidad de partes en
25 saliente 30 puede tener la misma forma y el mismo tamaño, o pueden tener diferentes formas y tamaños.

Además, la forma del primer lado 5E puede determinarse como en la figura 2 de manera similar a la del primer lado 5A. Sin embargo, parámetros tales como la curvatura del primer lado 5E no se ven particularmente limitados.

30 Además, la parte en saliente 30 puede combinarse con la parte rebajada 8B descrita en el ejemplo 2.

Además, aunque el primer lado 5E que se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se ha descrito como un ejemplo, el primer lado 5E puede extenderse desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2E (hacia el extremo circunferencial exterior 22) dependiendo de la
35 forma del primer lado 5E.

Además, el segundo lado 6E puede ser una línea recta o una línea curva.

40 Ejemplo 4

La figura 10 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice 100C según el ejemplo 4 observado desde el lado aguas arriba. El ventilador de hélice 100C se describirá con referencia a la figura 10.

45 En el ejemplo 4, la descripción se centrará en las diferencias con respecto a los ejemplos 1 a 3. Las mismas partes que las de los ejemplos 1 a 3 se designan con los mismos números de referencia y se omitirá la descripción de las partes.

En el ejemplo 4, un álabe 2C del ventilador de hélice 100C es diferente del álabe 2A del ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1.

50 La figura 10 ilustra solo un álabe 2C del ventilador de hélice 100C. Es decir, aunque el ventilador de hélice 100C incluye una pluralidad de álabes 2C, solo se ilustra un álabe 2C de la pluralidad de álabes 2C por motivos de conveniencia. Además, el número de álabes 2C no está particularmente limitado. Además, la parte rebajada se proporciona en cada álabe independientemente del número de álabes 2C, y se obtienen los efectos de emplear el
55 ventilador de hélice 100C según el ejemplo 4 para cada álabe.

El ventilador de hélice 100C incluye la protuberancia 1 que rota alrededor del centro axial RC y la pluralidad de álabes 2C dispuestos alrededor de la parte circunferencial exterior de la protuberancia 1. Cada uno de los álabes 2C está rodeado por el extremo circunferencial interior 21, el extremo circunferencial exterior 22, el borde de ataque
60 4 y el borde de salida 3. Además, una parte rebajada 8C que se abre en una parte del borde de salida 3 y una parte en saliente (segunda parte en saliente) 13 se forman en el borde de salida 3 del álabe 2C.

La parte rebajada 8C y la parte en saliente 13 se describirán en detalle.

65 La parte rebajada 8C tiene lados y aquel de los lados que es próximo a una circunferencia interior del álabe 2C y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se define como un primer lado 5C. Además, el

otro de los lados de la parte rebajada 8C que es próximo a una circunferencia exterior del álabe 2C y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2C (hacia el extremo circunferencial interior 21) se define como segundo lado 6C. Como el primer lado 5C se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2C y el segundo lado 6C se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2C, tanto el primer lado 5C como el segundo lado 6C terminan en una intersección a la que se extienden el primer lado 5C y el segundo lado 6C desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4. Esta intersección se define como un vértice 7C. Además, tal como se ilustra en la figura 10, el primer lado 5C tiene una forma curva que se dobla hacia la circunferencia exterior del álabe 2C.

Es decir, en una vista desde arriba del ventilador de hélice 100C observado desde el lado de aguas arriba en la dirección axial, la parte rebajada 8C se define como una zona abierta en parte por el primer lado 5C y el segundo lado 6C que actúan como límites de la parte rebajada 8C. Además, en la vista desde arriba, la parte rebajada 8C tiene una forma sustancialmente triangular con el primer lado 5C doblado hacia la circunferencia exterior del álabe 2C, es decir, formando el primer lado 5C una forma curva que sobresale hacia la circunferencia exterior del álabe 2C. La parte rebajada 8E es básicamente la misma que la parte rebajada 8A descrita en el ejemplo 1.

Un extremo lateral de la parte en saliente 13 que es próximo al extremo circunferencial exterior 22 se define como un extremo lateral 13-1, y el otro extremo lateral de la parte en saliente 13 que es próximo al extremo circunferencial interior 21 se define como un extremo lateral 13-2.

Tal como se ilustra en la figura 10, la parte en saliente 13 está formada de tal manera que, en una parte del borde de salida 3 que es más próxima a la circunferencia interior (extremo circunferencial interior 21) que la parte rebajada 8C, el extremo lateral 13-1 coincide con un extremo lateral del primer lado 5C de la parte rebajada 8C que termina en el borde de salida 3, el extremo lateral 13-2 termina en una parte del borde de salida 3 ubicada más próxima a la circunferencia interior que el extremo lateral 13-1, y un lado que conecta los extremos laterales 13-1 y 13-2 a lo largo de la circunferencia exterior de la parte en saliente 13 (un cuarto lado 13-3) sobresale aguas abajo.

Se describirán los efectos del ventilador de hélice 100C.

Por ejemplo, cuando una parte del borde de salida de un ventilador de hélice se forma con una parte en saliente que sobresale aguas abajo, se incrementa el trabajo de la zona formada con la parte en saliente. Por consiguiente, la velocidad de un flujo de aire que pasa por la parte en saliente aumenta hasta ser relativamente más alta que la del flujo circundante. Con el aumento de velocidad del flujo de aire que pasa por la parte en saliente, se obtiene el efecto de atraer el flujo circundante.

Mientras tanto, cuando el borde de salida de un ventilador de hélice se forma con una parte rebajada que tiene una forma sustancialmente triangular o de paralelogramo en una vista desde arriba del ventilador de hélice y que tiene un lado que es próximo a la circunferencia interior de un álabe y es una línea recta y se forma una parte saliente en una parte del borde de salida que es más próximo a la circunferencia interior que la parte rebajada para reducir fugas en el lado de la parte rebajada que es próximo a la circunferencia interior, un flujo de aire próximo a la circunferencia interior no fluye a lo largo de la forma de línea recta del lado que es próximo a la circunferencia interior y se separa de la forma de línea recta del lado que es próximo a la circunferencia interior. Incluso con la parte saliente, no se obtiene suficientemente el efecto de atraer el flujo de aire cerca de la circunferencia interior.

Por el contrario, el ventilador de hélice 100C tiene la parte rebajada 8C, teniendo el primer lado 5C una forma curva doblada hacia la circunferencia exterior del álabe 2C, y la parte en saliente 13 se forma en la parte del borde de salida 3 que es más próximo a la circunferencia interior del álabe 2C que la parte rebajada 8C. Por consiguiente, el flujo de aire a lo largo de la parte rebajada 8C que es más próximo a la circunferencia interior fluye a lo largo de la forma curva doblada hacia la circunferencia exterior, lo que facilita la obtención del efecto de atracción de la parte en saliente 13. Por tanto, es posible suprimir adicionalmente la generación del vórtice de fuga 11. Por consiguiente, además de los efectos del ventilador de hélice 100A según la realización 1, el ventilador de hélice 100C es capaz de reducir adicionalmente el vórtice de fuga 11 con la parte en saliente 13 y, por tanto, reduce adicionalmente la entrada y el ruido.

Parámetros tales como el número de partes rebajadas 8C, las longitudes respectivas del primer lado 5C y el segundo lado 6C que forman cada una de las partes rebajadas 8C, el ángulo formado por el primer lado 5C y el segundo lado 6C en el vértice 7A, el tamaño y la forma de la parte en saliente 13, y la curvatura del cuarto lado 13-3 no se ven particularmente limitados, y pueden especificarse según corresponda.

Además, la forma del primer lado 5C puede determinarse como en la figura 2 de manera similar a la del primer lado 5A. Sin embargo, parámetros tales como la curvatura del primer lado 5C no se ven particularmente limitados.

Además, la parte en saliente 13 puede combinarse con al menos una de la parte rebajada 8B descrita en el ejemplo 2 y la parte rebajada 8E descrita en el ejemplo 3.

Además, aunque el primer lado 5C que se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se ha

descrito como un ejemplo, el primer lado 5C puede extenderse desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2C (hacia el extremo circunferencial exterior 22) dependiendo de la forma del primer lado 5C.

- 5 Además, el segundo lado 6C puede ser una línea recta o una línea curva.

Realización 5

- 10 La figura 11 es un diagrama esquemático de un ventilador de hélice 100D según la realización 5 de la presente invención observado desde el lado aguas arriba. El ventilador de hélice 100D se describirá con referencia a la figura 11.

- 15 En el ejemplo 5, la descripción se centrará en las diferencias con respecto a los ejemplos 1 a 4. Las mismas partes que las de los ejemplos 1 a 4 se designan con los mismos números de referencia y se omitirá la descripción de las partes.

En el ejemplo 5, un álabe 2D del ventilador de hélice 100D es diferente del álabe 2A del ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1.

- 20 La figura 11 ilustra solo un álabe 2D del ventilador de hélice 100D. Es decir, aunque el ventilador de hélice 100D incluye una pluralidad de álabes 2D, solo se ilustra un álabe 2D de la pluralidad de álabes 2D por motivos de conveniencia. Además, el número de álabes 2D no está particularmente limitado. Además, la parte rebajada se proporciona en cada álabe independientemente del número de álabes 2D, y se obtienen los efectos de emplear el ventilador de hélice 100D según la realización 5 de la presente invención para cada álabe.

- 25 El ventilador de hélice 100D incluye la protuberancia 1 que rota alrededor del centro axial RC y la pluralidad de álabes 2D dispuestos alrededor de la parte circunferencial exterior de la protuberancia 1. Cada uno de los álabes 2D está rodeado por el extremo circunferencial interior 21, el extremo circunferencial exterior 22, el borde de ataque 4 y el borde de salida 3. Además, una parte rebajada 8D que se abre en una parte del borde de salida 3 y una parte en saliente 13A se forman en el borde de salida 3 del álabe 2D.

La parte rebajada 8D y la parte en saliente 13A se describirán en detalle.

- 35 La parte rebajada 8D tiene lados y aquel de los lados que es próximo a una circunferencia interior del álabe 2D y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se define como un primer lado 5D. Además, el otro de los lados de la parte rebajada 8D que es próximo a una circunferencia exterior del álabe 2D y se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2D (hacia el extremo circunferencial interior 21) se define como segundo lado 6D. Como el primer lado 5D se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2D y el segundo lado 6D se extiende hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia interior del álabe 2D, tanto el primer lado 5D como el segundo lado 6D terminan en una intersección a la que se extienden el primer lado 5D y el segundo lado 6D desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4. Esta intersección se define como un vértice 7D. Además, tal como se ilustra en la figura 11, el primer lado 5D tiene una forma curva que se dobla hacia la circunferencia exterior del álabe 2D.

- 45 Es decir, en una vista desde arriba del ventilador de hélice 100D observado desde el lado de aguas arriba en la dirección axial, la parte rebajada 8D se define como una zona abierta en parte por el primer lado 5D y el segundo lado 6D que actúan como límites de la parte rebajada 8D. Además, en la vista desde arriba, la parte rebajada 8D tiene una forma sustancialmente triangular con el primer lado 5D doblado hacia la circunferencia exterior del álabe 2D, es decir, formando el primer lado 5D una forma curva que sobresale hacia la circunferencia exterior del álabe 2D. La parte rebajada 8D es básicamente la misma que la parte rebajada 8A descrita en el ejemplo 1.

- 50 Un extremo lateral de la parte en saliente 13A que es próximo al extremo circunferencial exterior 22 se define como un extremo lateral 13A-1, y el otro extremo lateral de la parte en saliente 13A que es próximo al extremo circunferencial interior 21 se define como un extremo lateral 13A-2.

- 55 Tal como se ilustra en la figura 11, la parte en saliente 13A se forma de tal manera que, en una parte que es más próxima a la circunferencia interior (extremo circunferencial interior 21) del borde de salida 3 que la parte rebajada 8D, el extremo lateral 13A-1 coincide con un extremo lateral del primer lado 5D de la parte rebajada 8D que termina en el borde de salida 3, el extremo lateral 13A-2 termina en una parte del borde de salida 3 ubicada más próxima a la circunferencia interior que el extremo lateral 13A-1, y un lado que conecta los extremos laterales 13A-1 y 13A-2 a lo largo de la circunferencia exterior de la parte en saliente 13A (un cuarto lado 13A-3) sobresale aguas abajo.

- 60 Además, una línea recta que conecta los extremos laterales 13A-1 y 13A-2 se define como una primera línea virtual 15. Una línea que se extiende perpendicularmente desde el punto medio de la primera línea virtual 15 hasta el cuarto lado 13A-3 se define como una segunda línea virtual 16. La intersección del cuarto lado 13A-3 y la segunda línea virtual 16 se define como un punto de intersección 17.

Además, la parte en saliente 13A está formada de tal manera que un punto en saliente máximo 14 en el cuarto lado 13A-3 de la parte en saliente 13A se coloca más próximo a la circunferencia interior que el punto de intersección 17.

5

Se describirán los efectos del ventilador de hélice 100D.

De manera similar a la parte en saliente 13 del ejemplo 4, la parte en saliente 13A está configurada para atraer el flujo circundante. Además, el flujo de aire que pasa por la parte en saliente 13A se acumula en un punto de la parte en saliente 13A que sobresale lo más aguas abajo, es decir, el punto en saliente máximo 14. Por consiguiente, con el punto en saliente máximo 14 ubicado para estar más próximo a la circunferencia interior del álabe 2D que el punto de intersección 17, es posible obtener el efecto de atraer el flujo de aire a lo largo de la parte rebajada 8D que es más próximo a la circunferencia interior más hacia la circunferencia interior. Es decir, además de los efectos del ventilador de hélice 100C según el ejemplo 4, el ventilador de hélice 100D es capaz de reducir adicionalmente el vórtice de fuga 11 con la parte en saliente 13A y, por tanto, reduce adicionalmente la entrada y el ruido.

10

15

Parámetros tales como el número de partes rebajadas 8D, las longitudes respectivas del primer lado 5D y el segundo lado 6D que forman cada una de las partes rebajadas 8D, el ángulo formado por el primer lado 5D y el segundo lado 6D en el vértice 7A, el tamaño y la forma de la parte en saliente 13A, y la curvatura del cuarto lado 13A-3 no se ven particularmente limitados, y pueden especificarse según corresponda.

20

Además, la forma del primer lado 5D puede determinarse como en la figura 2 de manera similar a la del primer lado 5A. Sin embargo, parámetros tales como la curvatura del primer lado 5D no se ven particularmente limitados.

25

Además, la parte en saliente 13A puede combinarse con la parte rebajada 8B descrita en el ejemplo 2.

Además, aunque el primer lado 5D que se extiende desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 se ha descrito como un ejemplo, el primer lado 5D puede extenderse desde el borde de salida 3 hacia el borde de ataque 4 y hacia la circunferencia exterior del álabe 2D (hacia el extremo circunferencial exterior 22) dependiendo de la forma del primer lado 5D.

30

Además, el segundo lado 6D puede ser una línea recta o una línea curva.

Realización 6

35

La figura 12 es un diagrama de configuración de circuito que ilustra de manera esquemática una configuración de un circuito de refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración 200 según la realización 6 de la presente invención. La figura 13 es una vista en perspectiva esquemática que ilustra de manera esquemática un ejemplo de la configuración de una unidad de enfriamiento 210 que forma parte del aparato de ciclo de refrigeración 200 (a continuación en el presente documento denominada unidad de enfriamiento 210A). La figura 14 es una vista en sección transversal de la unidad de enfriamiento de la figura 13 tomada a lo largo de la línea IV-IV. La figura 15 es un diagrama de configuración esquemática que ilustra de manera esquemática otro ejemplo de la configuración de la unidad de enfriamiento 210 que forma parte del aparato de ciclo de refrigeración 200 (a continuación en el presente documento denominada unidad de enfriamiento 210B). El aparato de ciclo de refrigeración 200 se describirá con referencia a las figuras 12 a 15.

40

45

Configuración del circuito de refrigerante del aparato de ciclo de refrigeración 200

El aparato de ciclo de refrigeración 200 realiza una operación de ciclo de refrigeración por compresión de vapor e incluye el ventilador de hélice según la realización 5 en la unidad de enfriamiento 210 (la unidad de enfriamiento 210A o 210B). En la realización 6, se realizará una descripción de un ejemplo en el que el aparato de ciclo de refrigeración 200 incluye el ventilador de hélice 100A según el ejemplo 1.

50

El aparato de ciclo de refrigeración 200 incluye el compresor 211, el primer intercambiador de calor 205, un dispositivo de expansión 213 y un segundo intercambiador de calor 221.

55

Además, en el aparato de ciclo de refrigeración 200, el compresor 211, el primer intercambiador de calor 205, el dispositivo de expansión 213 y el segundo intercambiador de calor 221 están conectados mediante tuberías de refrigerante 216 para formar un circuito de refrigerante.

60

Compresor 211

El compresor 211 comprime el refrigerante para dar un refrigerante de alta temperatura, alta presión, y descarga el refrigerante comprimido. El compresor 211 puede ser un compresor inversor, por ejemplo. Por ejemplo, como el compresor 211, pueden emplearse un compresor rotatorio, un compresor de espiral, un compresor helicoidal o un compresor alternativo.

65

Primer intercambiador de calor 205

El primer intercambiador de calor 205 se usa como condensador (radiador) para condensar el refrigerante descargado del compresor 211 para dar un refrigerante líquido a alta presión. Un orificio aguas arriba del primer intercambiador de calor 205 está conectado al compresor 211, y un orificio aguas abajo del primer intercambiador de calor 205 está conectado al dispositivo de expansión 213. El primer intercambiador de calor 205 puede ser un intercambiador de calor de aletas y tubos, por ejemplo. El primer intercambiador de calor 205 está equipado con el ventilador de hélice 100A que suministra aire al primer intercambiador de calor 205.

Dispositivo de expansión 213

El dispositivo de expansión 213 expande el refrigerante que a través del primer intercambiador de calor 205 para reducir la presión del refrigerante. Por ejemplo, el dispositivo de expansión 213 puede ser una válvula de expansión eléctrica, cuyo grado de apertura es ajustable para poder ajustar el caudal del refrigerante. Además de la válvula de expansión eléctrica, puede aplicarse como dispositivo de expansión 213 un tubo capilar o una válvula de expansión mecánica que emplea un diafragma en una unidad de recepción de presión. Un orificio aguas arriba del primer dispositivo de expansión 213 está conectado al primer intercambiador de calor 205, y un orificio aguas abajo del primer dispositivo de expansión 213 está conectado al segundo intercambiador de calor 221.

Segundo intercambiador de calor 221

El segundo intercambiador de calor 221 se usa como evaporador para evaporar el refrigerante de presión reducida mediante el dispositivo de expansión 213 para convertir el refrigerante en refrigerante de gas. Un orificio aguas arriba del segundo intercambiador de calor 221 está conectado al dispositivo de expansión 213, y un orificio aguas abajo del segundo intercambiador de calor 221 está conectado al compresor 211. El segundo intercambiador de calor 221 puede ser un intercambiador de calor de aletas y tubos, por ejemplo. El segundo intercambiador de calor 221 está equipado con un ventilador 222 que suministra aire al segundo intercambiador de calor 221, tal como un ventilador de hélice.

Unidad de enfriamiento 210

El compresor 211, el primer intercambiador de calor 205 y el ventilador de hélice 100A están montados en la unidad de enfriamiento 210.

Unidad de lado de uso 220

El dispositivo de expansión 213, el segundo intercambiador de calor 221 y el ventilador 222 están montados en una unidad de lado de uso 220. El dispositivo de expansión 213 puede no montarse en la unidad del lado de uso 220 sino en la unidad de enfriamiento 210.

Otros componentes

Una tubería conectada a un orificio de descarga del compresor 211 puede estar equipada con un dispositivo de conmutación de flujo que conmuta los pasos de flujo de refrigerante para permitir que el primer intercambiador de calor 205 se use como evaporador y el segundo intercambiador de calor 221 se use como condensador.

El dispositivo de conmutación de flujo puede ser una válvula de cuatro vías o una combinación de dos válvulas de tres vías o válvulas de dos vías, por ejemplo.

Operación del aparato de ciclo de refrigeración 200

El funcionamiento del aparato de ciclo de refrigeración 200 se describirá a continuación junto con un flujo del refrigerante.

El compresor 211 se acciona para descargar refrigerante en estado gaseoso a alta temperatura, alta presión desde el compresor 211. El refrigerante de gas a alta temperatura, alta presión descargado del compresor 211 fluye al interior del primer intercambiador de calor 205. El primer intercambiador de calor 205 intercambia calor entre el refrigerante de gas a alta temperatura, alta presión que fluye al interior del primer intercambiador de calor 205 y el aire suministrado por el ventilador de hélice 100A, y el refrigerante de gas a alta temperatura, alta presión se condensa para dar un refrigerante líquido a alta presión.

El refrigerante líquido a alta presión enviado desde el primer intercambiador de calor 205 se convierte mediante el dispositivo de expansión 213 en refrigerante en el estado de dos fases a baja presión que contiene refrigerante de gas y refrigerante líquido. El refrigerante en el estado de dos fases fluye al interior del segundo intercambiador de calor 221. El segundo intercambiador de calor 221 intercambia calor entre el refrigerante en el estado de dos fases

que fluye en el segundo intercambiador de calor 221 y el aire suministrado mediante el ventilador 222, y el refrigerante líquido en el refrigerante en el estado de dos fases se evapora, convirtiendo el refrigerante en el estado de dos fases en refrigerante de gas a baja presión. El refrigerante de gas a baja presión enviado desde el segundo intercambiador de calor 221 fluye al interior del compresor 211 para comprimirse para dar refrigerante de gas a alta temperatura, alta presión, y se descarga nuevamente desde el compresor 211. A continuación, se repite este ciclo.

Unidad de enfriamiento 210A

10 Tal como se ilustra en las figuras 13 y 14, la unidad de enfriamiento 210A está diseñada para montarse en un vehículo tal como un vagón de ferrocarril e incluye una base 201, el ventilador de hélice 100A, un alojamiento 204A, el motor 206 y el primer intercambiador de calor 205.

15 La base 201 forma una parte inferior (una superficie para instalar el motor 206) y partes laterales de la unidad de enfriamiento 210A.

El alojamiento 204A está dispuesto en la base 201 para rodear al menos el ventilador de hélice 100A e incluye una salida de aire 202 y una entrada de aire 203.

20 Cuando se define que el eje z tenga un lado positivo correspondiente al lado hacia arriba en la dirección normal de la base 201 y se define que el eje x corresponde a una dirección perpendicular al eje z, se forma la salida de aire 202 en un plano del eje z en el que se cumple una fórmula matemática $z > 0$. Es decir, se usa una abertura ubicada en una parte superior del ventilador de hélice 100A como la salida de aire 202 que es un orificio de salida de aire.

25 La entrada de aire 203 está formada para orientarse hacia la dirección del eje x de la base 201. Es decir, se usa una abertura en la posición de disposición del primer intercambiador de calor 205 como la entrada de aire 203 que es un orificio de entrada de aire.

30 El primer intercambiador de calor 205 intercambia calor entre el aire suministrado por el ventilador de hélice 100A y el refrigerante que pasa a través de una tubería de refrigerante, cuya ilustración se omite. El primer intercambiador de calor 205 incluye un par de partes que están dispuestas cada una en las proximidades del par correspondiente de partes incluidas en la entrada de aire 203 en el alojamiento 204A.

35 El ventilador de hélice 100A está dispuesto en el eje z en el alojamiento 204A de tal manera que se descarga un flujo de aire aguas arriba de la salida de aire 202 en la dirección positiva del eje z. Específicamente, el ventilador de hélice 100A puede disponerse, de manera preferible, directamente debajo de la salida de aire 202. Además, el ventilador de hélice 100A succiona aire al interior de la base 201 a través de la entrada de aire 203 y descarga aire al exterior desde el interior de la base 201 a través de la salida de aire 202.

40 El motor 206 soporta y acciona el ventilador de hélice 100A.

45 Por ejemplo, en la unidad de enfriamiento 210A, se obtiene un flujo de aire S1 tal como se ilustra en la figura 14 como el flujo de aire dentro de la base 201. Sin embargo, cuando se invierte la dirección de soplado de aire del ventilador de hélice 100A, la dirección del flujo de aire dentro de la base 201 es opuesta a la dirección del flujo de aire S1. En este caso, la salida de aire 202 y la entrada de aire 203 también se usan de manera opuesta.

Unidad de enfriamiento 210B

50 Tal como se ilustra en la figura 15, la unidad de enfriamiento 210B está destinada a usarse como una unidad de lado de fuente de calor (unidad de exterior) e incluye componentes tales como el alojamiento 204B que forma el exterior de la unidad de enfriamiento 210B, el ventilador de hélice 100A, el motor 206, el primer intercambiador de calor 205 y el compresor 211 que se ilustra en la figura 12. El ventilador de hélice 100A, el motor 206 y el primer intercambiador de calor 205 están dispuestos cada uno dentro del alojamiento 204B.

55 El alojamiento 204B tiene forma de caja con entradas de aire formadas en al menos dos superficies (una superficie lateral y una superficie trasera, por ejemplo) del alojamiento 204B. Además, el separador 250 está dispuesto dentro del alojamiento 204B para dividir el interior del alojamiento 204B en la cámara de dispositivo de envío de aire 252 en la que está instalado el ventilador de hélice 100A y la cámara mecánica 251 en la que están instalados componentes tales como el compresor 211.

60 El primer intercambiador de calor 205 presenta forma de L en una vista desde arriba del primer intercambiador de calor 205 de tal manera que el primer intercambiador de calor 205 se coloca para estar orientado hacia la superficie lateral y la superficie trasera del alojamiento 204B correspondiente a las entradas de aire.

65 Una superficie delantera del alojamiento 204B tiene una abertura que permite que el aire fluya a través de la superficie delantera del alojamiento 204B.

Además, el ventilador de hélice 100A se acciona para rotar mediante el motor 206 dispuesto dentro del alojamiento 204B.

- 5 Tal como se describió anteriormente, el aparato de ciclo de refrigeración 200 incluye el ventilador de hélice según la realización 5 en la unidad de enfriamiento 210. Además, cada uno de los bordes de salida 3 del ventilador de hélice está formado teniendo la parte rebajada el primer lado formado en una forma curva doblada hacia la circunferencia exterior del álabe. Por tanto, es posible suprimir la separación del flujo de aire en el primer lado y, por tanto, reducir la generación de un vórtice de fuga. Por consiguiente, con el ventilador de hélice según la
10 realización 5, el aparato de ciclo de refrigeración 200 es capaz de reducir la entrada y el ruido.

Lista de signos de referencia

- 1 protuberancia 1X protuberancia 2A álabe 2B álabe 2C álabe 2D álabe 2E álabe 2X álabe 3 borde de salida 3X
15 borde de salida 4 borde de ataque 4X borde de ataque 5A primer lado 5B primer lado 5C primer lado 5D primer lado 5E primer lado 5X primer lado 6A segundo lado 6B segundo lado 6C segundo lado 6D segundo lado 6E segundo lado 6X segundo lado 7A vértice 7C vértice 7D vértice 7E vértice 7X vértice 8A parte rebajada 8B parte rebajada 8C parte rebajada 8D parte rebajada 8E parte rebajada 8X parte rebajada 10 flujo de aire 10-1 flujo de
20 aire 10-1X flujo de aire 10-2 flujo de aire 10-2X flujo de aire 10X flujo de aire 11 vórtice de fuga 11X vórtice de fuga 12 tercer lado 13 parte en saliente (segunda parte en saliente) 13-1 extremo lateral 13-2 extremo lateral 13-3 cuarto lado 13A parte en saliente 13A-1 extremo lateral 13A-2 extremo lateral 13A-3 cuarto lado 14 punto en saliente máximo 15 primera línea virtual 16 segunda línea virtual 17 punto de intersección 21 extremo circunferencial interior 21X extremo circunferencial interior 22 extremo circunferencial exterior 22X extremo circunferencial exterior 30
25 parte en saliente (primera parte en saliente) 30a parte en saliente del lado de borde de ataque 30b parte en saliente del lado de borde de salida 33 línea de inclinación 34 punto medio de cuerda de álabe 35 línea central de cuerda de álabe 50 círculo concéntrico 100A ventilador de hélice 100B ventilador de hélice 100C ventilador de hélice 100D ventilador de hélice 100E ventilador de hélice 100X ventilador de hélice 200 aparato de ciclo de refrigeración 201 base 202 salida de aire 203 entrada de aire 204A alojamiento 204B alojamiento 205 primer intercambiador de calor 206 motor 210 unidad de enfriamiento 210A unidad de enfriamiento 210B unidad de enfriamiento 211 compresor
30 213 dispositivo de expansión 216 tubería de refrigerante 220 unidad de lado de uso 221 segundo intercambiador de calor 222 ventilador 250 separador 251 cámara mecánica 252 cámara de dispositivo de envío de aire 255 boca de campana A dirección de rotación RC centro axial S1 flujo de aire

REIVINDICACIONES

1. Ventilador de hélice, que comprende:
5 una parte de árbol rotatorio (1) configurada para rotar alrededor de un centro axial (RC); y
una pluralidad de álabes (2A, 2B, 2C, 2D, 2E) dispuestos alrededor de una parte circunferencial exterior de la parte de árbol rotatorio (1),
10 teniendo cada uno de la pluralidad de álabes (2A, 2B, 2C, 2D, 2E) al menos una parte rebajada (8A, 8B, 8C, 8D, 8E) que se abre en un borde de salida (3) del álabe (2A, 2B, 2C, 2D, 2E), y
teniendo la al menos una parte rebajada (8A, 8B, 8C, 8D, 8E) un primer lado (5A, 5B, 5C, 5D, 5E) que es
15 próximo a una circunferencia interior del álabe (2A, 2B, 2C, 2D, 2E), extendiéndose el primer lado (5A, 5B, 5C, 5D, 5E) desde el borde de salida (3) hacia un borde de ataque (4) del álabe (2A, 2B, 2C, 2D, 2E) y doblado hacia una circunferencia exterior del álabe (2A, 2B, 2C, 2D, 2E),
formándose, en cada una de la pluralidad de álabes (2A, 2B, 2C, 2D, 2E), una parte en saliente (13A) en
20 una parte del borde de salida (3) que es más próxima a la circunferencia interior que la al menos una parte rebajada (8A, 8B, 8C, 8D, 8E), sobresaliendo la parte en saliente (13A) aguas abajo, en el que una línea que conecta un extremo lateral (13A-1) de la parte en saliente (13A) que es próxima al extremo circunferencial exterior del álabe (2A, 2B, 2C, 2D, 2E) y otro extremo lateral (13A-2) de la parte en saliente (13A) que es próximo a un extremo circunferencial interior del álabe (2A, 2B, 2C, 2D, 2E) a lo largo de una circunferencia exterior de la parte en saliente (13A) forma un cuarto lado (13A-3),
25 en el que una línea recta que conecta un extremo lateral (13A-1) de la parte en saliente (13A) y el otro extremo lateral (13A-2) de la parte en saliente (13A) forma una primera línea virtual (15),
en el que una línea que se extiende perpendicularmente al cuarto lado (13A-3) desde un punto medio de la primera línea virtual (15) forma una segunda línea virtual (16), y
30 en el que un punto de saliente máximo (14) de la parte en saliente (13A) está ubicado más próximo a la circunferencia interior que una intersección del cuarto lado (13A-3) y la segunda línea virtual (16).
- 35 2. Ventilador de hélice según la reivindicación 1, en el que, en una vista desde arriba del ventilador de hélice observado desde un lado aguas arriba en una dirección axial, el primer lado (5A, 5B, 5C, 5D, 5E) forma un arco que corresponde a una parte de un círculo concéntrico (50) que es concéntrico con la parte de árbol rotatorio (1).
- 40 3. Ventilador de hélice según la reivindicación 1 o 2, en el que, en una vista desde arriba del ventilador de hélice, la al menos una parte rebajada (8A, 8C, 8D, 8E) tiene una forma sustancialmente triangular e incluye
45 el primer lado (5A, 5C, 5D, 5E),
un segundo lado (6A, 6C, 6D, 6E) que es más próximo a la circunferencia exterior del álabe (2A, 2C, 2D, 2E) y se extiende desde el borde de salida (3) hacia el borde de ataque (4) y hacia la circunferencia interior del álabe (2A, 2C, 2D, 2E), y
50 un vértice (7A, 7C, 7D, 7E) en el que tanto el primer lado (5A, 5C, 5D, 5E) como el segundo lado (6A, 6C, 6D, 6E) terminan en una ubicación que es próxima al borde de ataque (4).
- 55 4. Ventilador de hélice según la reivindicación 1 o 2, en el que, en una vista desde arriba del ventilador de hélice, la al menos una parte rebajada (8B) tiene una forma sustancialmente triangular e incluye
el primer lado (5B),
60 un segundo lado (6B) que es próximo a la circunferencia exterior del álabe (2B) y se extiende desde el borde de salida (3) hacia el borde de ataque (4) y hacia la circunferencia interior del álabe (2B), y
un tercer lado (12) que conecta un extremo lateral del primer lado (5B) que es próximo al borde de ataque (4) y un extremo lateral del segundo lado (6B) que es próximo al borde de ataque (4).
- 65 5. Ventilador de hélice según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que un extremo lateral (13-1, 13A-1) de la segunda parte en saliente (13, 13A) que es próximo a un extremo circunferencial exterior del álabe (2A, 2B, 2C, 2D, 2E) coincide con un extremo lateral del primer lado (5A, 5B, 5C, 5D, 5E) de la al

menos una parte rebajada (8A, 8B, 8C, 8D, 8E), terminando el extremo lateral del primer lado (5A, 5B, 5C, 5D, 5E) en el borde de salida (3).

- 5 6. Aparato de ciclo de refrigeración, que comprende:
- un circuito de refrigerante en el que un compresor (211), un primer intercambiador de calor (205), un dispositivo de expansión (213), y un segundo intercambiador de calor (221) están conectados mediante tuberías; y
- 10 el ventilador de hélice según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 montado en una unidad de enfriamiento (210A, 210B) junto con el primer intercambiador de calor (205) para suministrar aire al primer intercambiador de calor (205).

FIG. 1

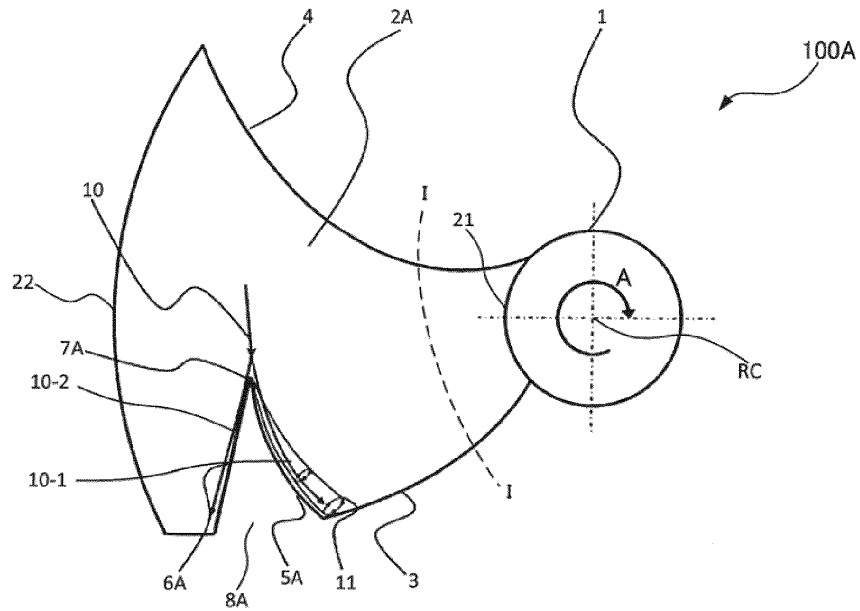


FIG. 2

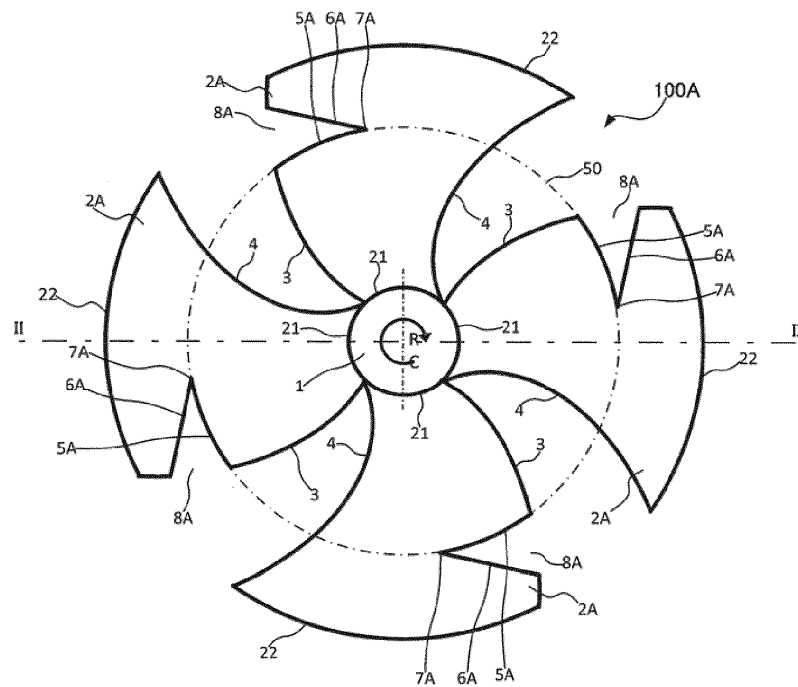


FIG. 3

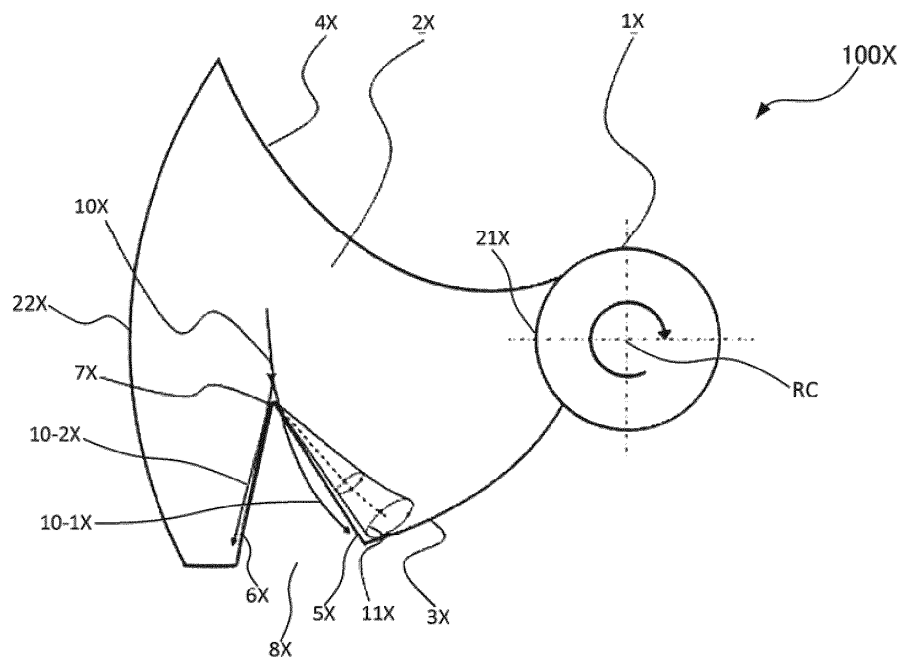


FIG. 4

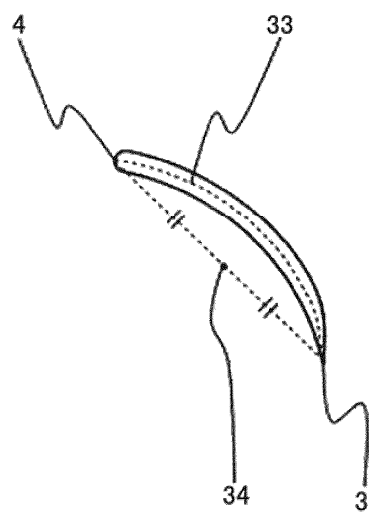


FIG. 5

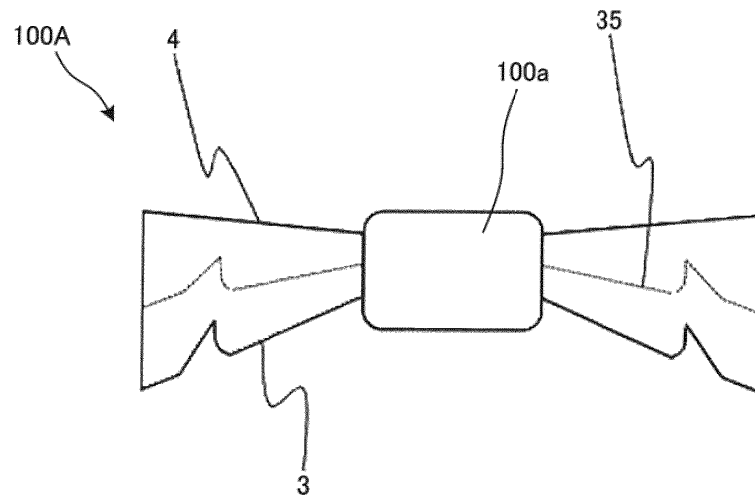


FIG. 6

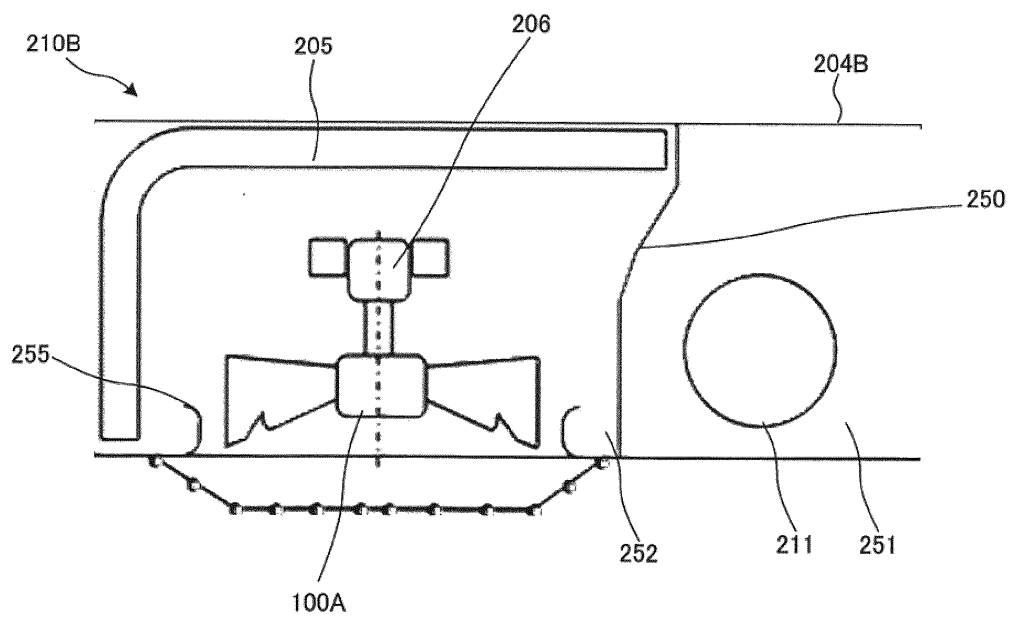


FIG. 7

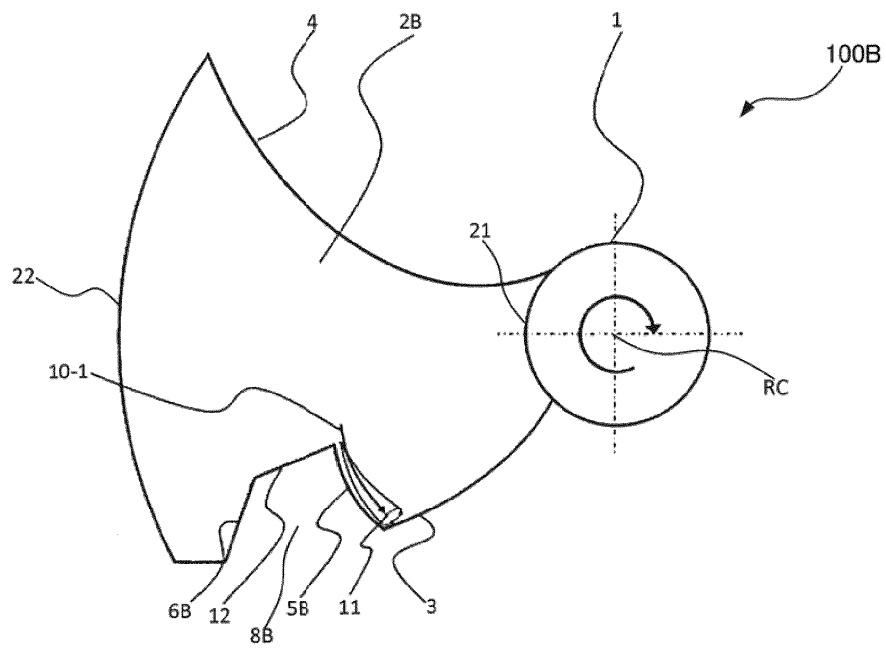


FIG. 8

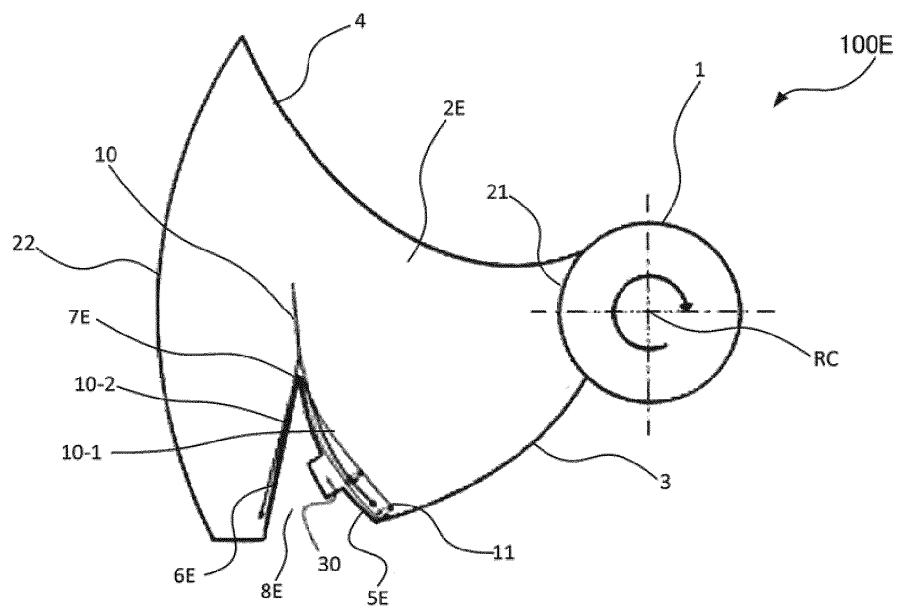


FIG. 9

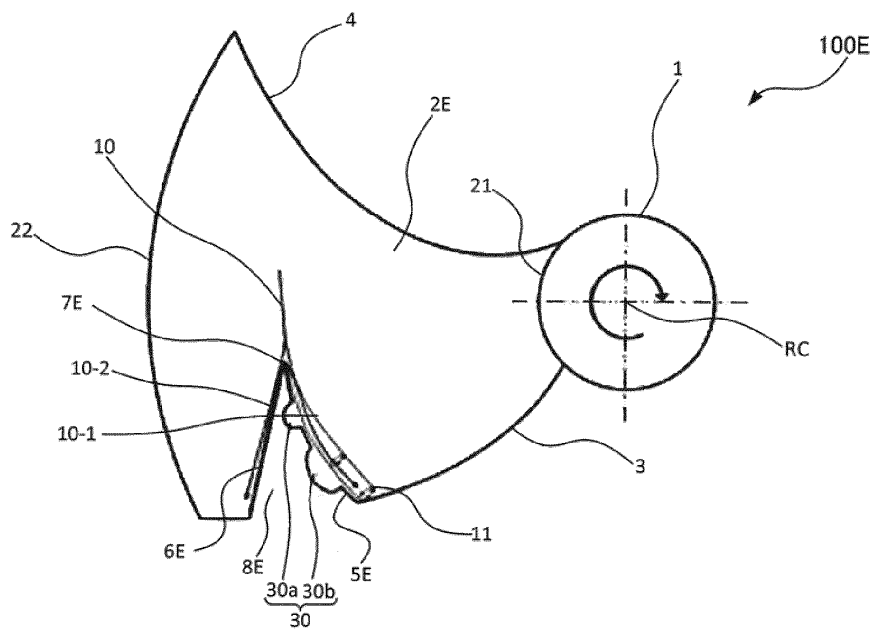


FIG. 10

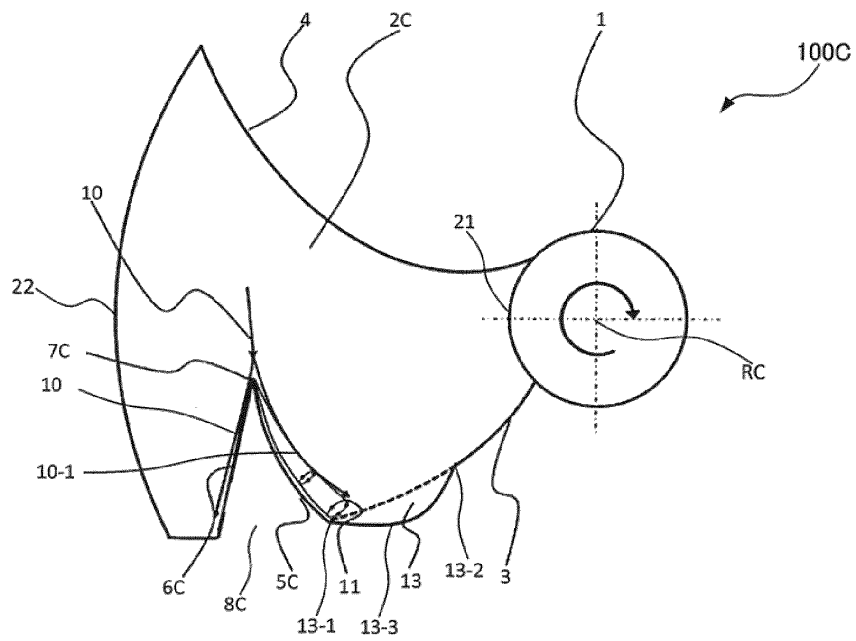


FIG. 11

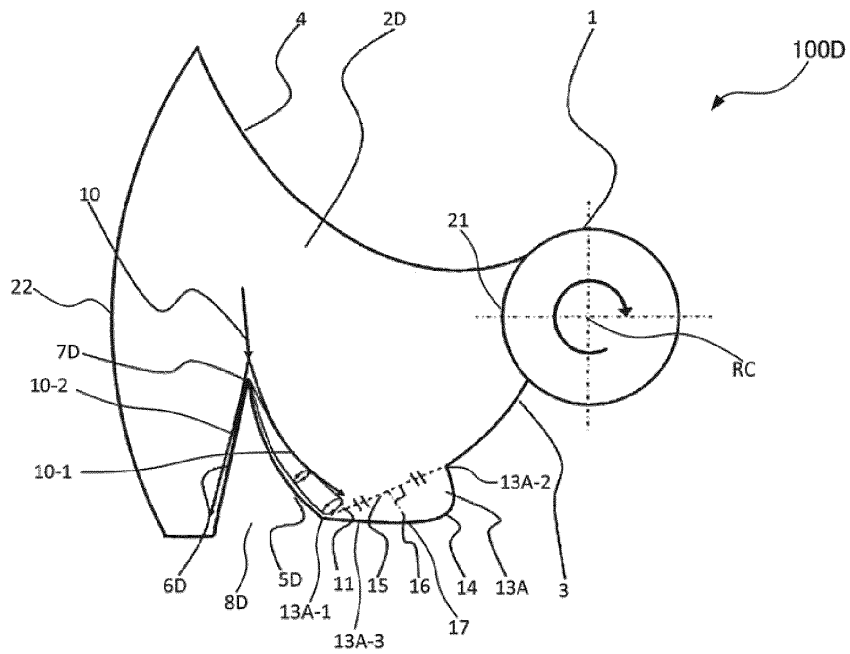


FIG. 12

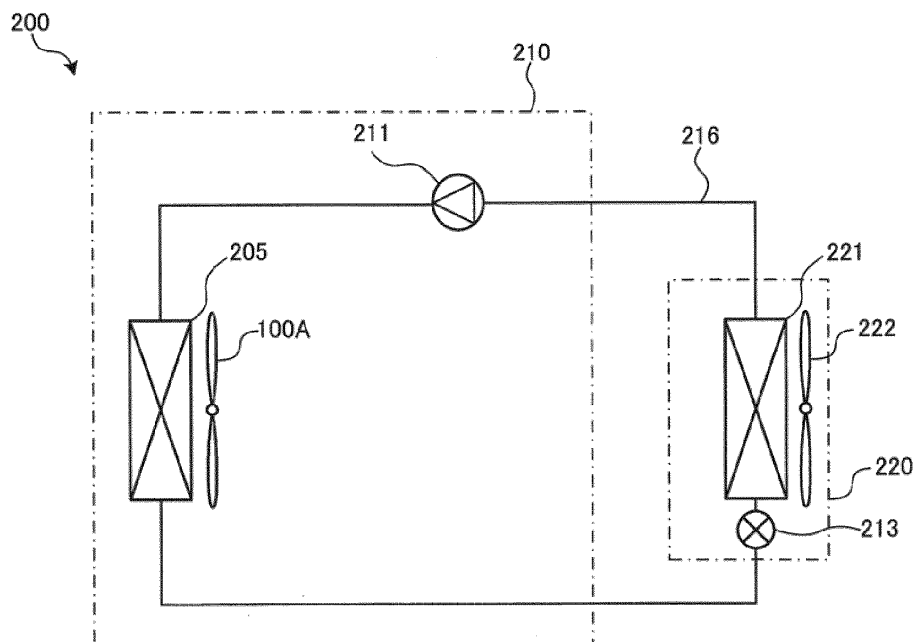


FIG. 13

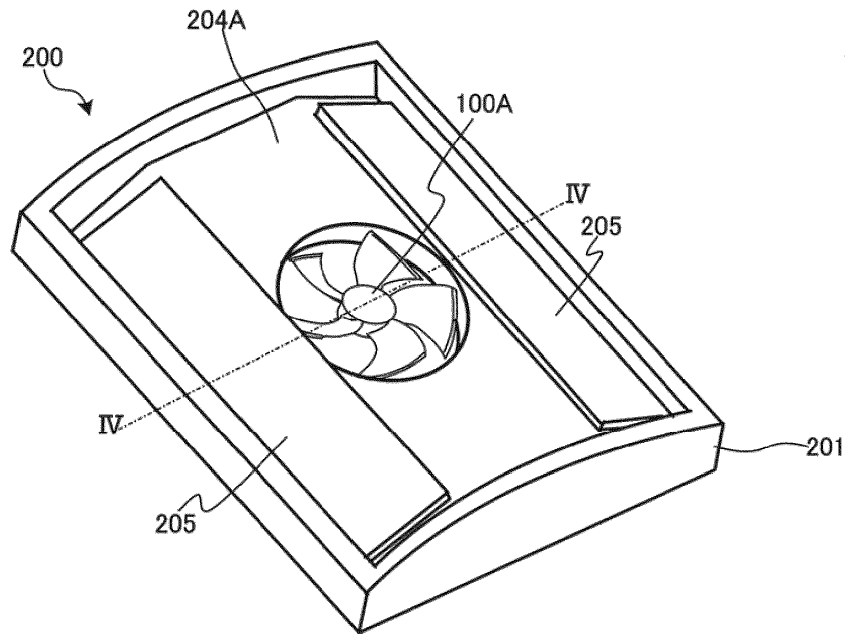


FIG. 14

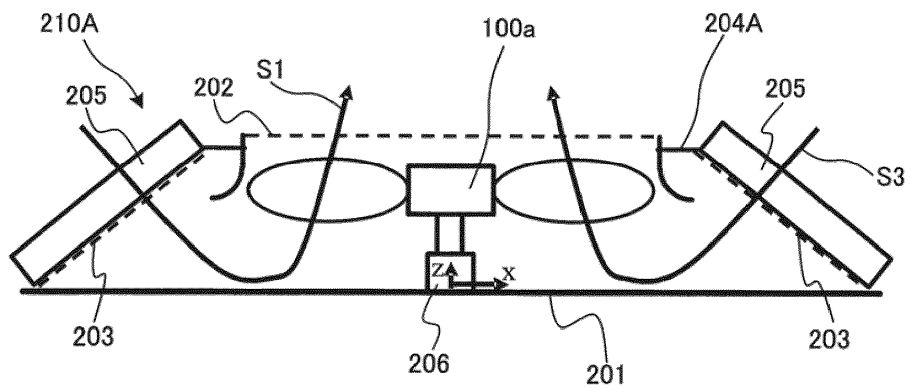


FIG. 15

