

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 991**

51 Int. Cl.:

**F04D 29/28** (2006.01)

**F04D 29/30** (2006.01)

**F24F 1/0022** (2009.01)

**F24F 1/38** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2018 PCT/JP2018/045896**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2020 WO20121484**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2018 E 18943319 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2023 EP 3896290**

54 Título: **Ventilador centrífugo y aire acondicionado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.06.2023**

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

72 Inventor/es:  
**TAKEISHI, KEISUKE;**  
**TANISHIMA, MAKOTO;**  
**FUKUI, TOMOYA;**  
**FUKUOKA, HIROKI y**  
**KURIHARA, MAKOTO**

74 Agente/Representante:  
**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 942 991 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 centrífugo y aire acondicionado

### 5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un ventilador centrífugo y a un aparato de aire acondicionado que incluye el ventilador centrífugo y, en particular, se refiere a la conformación de las aspas del ventilador centrífugo.

### 10 **Técnica anterior**

Algunos ventiladores centrífugos, tales como un ventilador centrífugo divulgado en la literatura de patente 1, se usan para enviar un gas, tal como aire o un líquido, tal como agua y refrigerante. Cada uno de los ventiladores centrífugos incluye una pluralidad de aspas dispuestas en dirección circunferencial y un buje en conformación de disco o en conformación de copa dispuesto en los primeros extremos de las aspas en dirección axial. Algunos ventiladores centrífugos incluyen una cubierta anular dispuesta en los segundos extremos de las aspas opuestos al buje.

En un aparato de aire acondicionado que incluye, como dispositivo de envío de aire, un ventilador centrífugo, el ventilador centrífugo se rota por un motor, se succiona un fluido en el aparato de aire acondicionado a través de una entrada de aire, el fluido se guía a una cubierta del ventilador centrífugo a lo largo de una superficie circunferencial interior de una boca acampanada, y el fluido se descarga, a continuación, radialmente a través de una pluralidad de aspas dispuestas circunferencialmente alrededor del eje de rotación del ventilador centrífugo.

Parte del fluido descargado radialmente a través de las aspas pasa a través de un espacio entre una superficie circunferencial exterior de la cubierta y una carcasa, pasa a través de un espacio entre una superficie circunferencial exterior de la boca acampanada y una superficie circunferencial interior de la cubierta, y, a continuación, se guía a la cubierta del ventilador centrífugo. A continuación en el presente documento, este flujo se denomina flujo circulante.

El aire que se descarga radialmente a través de las aspas del ventilador centrífugo y que no está incluido en el flujo circulante pasa a través de un intercambiador de calor del aparato de aire acondicionado y, a continuación, se descarga al exterior del aparato de aire acondicionado. El flujo circulante descrito anteriormente se mueve a alta velocidad al pasar a través del espacio entre la superficie circunferencial exterior de la boca acampanada y la superficie circunferencial interior de la cubierta.

Por este motivo, la colisión del flujo circulante que pasa por la superficie circunferencial interior de la cubierta con los bordes de ataque de las aspas del ventilador centrífugo incrementa el ruido del ventilador centrífugo y provoca la separación de flujo del fluido en una región contigua a la cubierta, o una región del lado de cubierta, en una superficie de succión del borde de ataque de cada aspa. En particular, en una posición donde los bordes de salida de las aspas localizadas en el diámetro exterior del ventilador centrífugo se localizan más cerca del intercambiador de calor del aparato de aire acondicionado, la separación de flujo de aire en la región del lado de cubierta en la superficie de succión de cada borde de ataque extiende una zona de entrada en pérdida hacia el borde de salida.

En consecuencia, la zona de entrada en pérdida se extiende ampliamente desde el borde de ataque hasta el borde de salida en la región del lado de cubierta en la superficie de succión de cada aspa y, por tanto, se provoca una reducción significativa de la eficacia del ventilador centrífugo.

Para un ventilador centrífugo de este tipo, la conformación de cada aspa se cambia para lograr una mejora de la eficacia y una reducción del ruido.

### **Lista de citas**

### 55 **Literatura de patente**

Literatura de patente 1: publicación de solicitud de patente japonesa no examinada JP 2015-068310 y JP 2012 085836.

### 60 **Sumario de la invención**

#### **Problema técnico**

Un flujo circulante a alta velocidad entra en un ventilador centrífugo a través de un espacio definido entre una cubierta y una boca acampanada del ventilador centrífugo. El flujo circulante fluye a lo largo de una superficie interior de la cubierta hacia las aspas. En una estructura divulgada en la literatura de patente 1, se proporciona

una distribución del ángulo de aspa en la que el ángulo de aspa es constante o disminuye a lo largo de una línea de curvatura para reducir el ruido provocado por un flujo circulante. Desfavorablemente, esta estructura tiene un pequeño efecto de reducción de la separación de flujo en el borde de ataque de cada aspa. Específicamente, en un ventilador centrífugo con una estructura de este tipo, es probable que se produzca una separación de flujo de un fluido en una región del lado de cubierta en una superficie de succión de cada aspa y, por tanto, se reduce la eficacia del ventilador.

En particular, en el ventilador centrífugo montado en un aparato de aire acondicionado de modo que las aspas del ventilador centrífugo estén dispuestas a una distancia corta de un intercambiador de calor, se produce una separación de flujo a gran escala en la región del lado de cubierta en la superficie de succión de cada aspa entre el borde de ataque y el borde de salida del aspa. Desfavorablemente, dicha separación de flujo a gran escala afecta significativamente a una reducción en la eficacia del ventilador centrífugo.

Se pretende que la presente invención supere las desventajas descritas anteriormente y tiene como objetivo proporcionar un ventilador centrífugo y un aparato de aire acondicionado en el que la separación de flujo en una región del lado de cubierta en una superficie de succión de un aspa del ventilador centrífugo se reduzca para mejorar eficacia.

### Solución al problema

Un ventilador centrífugo de acuerdo con un modo de realización de la presente invención incluye una placa principal, un aspa conectada a la placa principal y una cubierta que tiene una conformación anular y conectada a un extremo del lado de cubierta del aspa que es un extremo opuesto a un extremo del lado de placa principal del aspa conectada a la placa principal. El ventilador centrífugo está configurado para rotar alrededor de un eje de rotación para succionar un fluido a través de una abertura de la cubierta y descargar el fluido a través del aspa en dirección radial.

El aspa tiene un borde de ataque que es un borde del aspa localizado hacia adelante en dirección de rotación y un borde de salida que es un borde opuesto al borde de ataque y está localizado más lejos del eje de rotación que el borde de ataque. El borde de ataque incluye un rebajo localizado junto a un punto P4 en el que una superficie interior de cubierta de la cubierta que se orienta hacia la placa principal está conectada al borde de ataque y se curva hacia adentro desde el punto P4 hacia el borde de salida y un saliente localizado más cerca de la placa principal que el rebajo y que sobresale en la dirección de rotación.

Un aparato de aire acondicionado de acuerdo con otro modo de realización de la presente invención incluye una unidad de fuente de calor y una unidad del lado de carga. Al menos una de la unidad de fuente de calor y de la unidad del lado de carga incluye el ventilador centrífugo descrito anteriormente.

### Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, la reducción de un ángulo formado por una tangente con respecto al borde de ataque del aspa y una tangente con respecto a la superficie interior de cubierta en el ventilador centrífugo reduce la separación de flujo en el borde de ataque del aspa. De forma ventajosa, la separación de flujo reducida da como resultado una reducción del ruido del ventilador centrífugo y un incremento del caudal a través del ventilador centrífugo para mejorar la eficacia del ventilador. En el ventilador centrífugo montado en el aparato de aire acondicionado, si el aspa del ventilador centrífugo está localizada a una distancia corta del intercambiador de calor, de modo que un campo de flujo en la superficie de succión se pueda volver inestable, se reduce la separación de flujo en el borde de ataque del aspa, y una zona de entrada en pérdida a gran escala en una región entre el borde de ataque y el borde de salida en la superficie de succión del aspa, por tanto, se elimina. La zona de entrada en pérdida a gran escala eliminada da como resultado una reducción del ruido y un incremento significativo del caudal para mejorar la eficacia del ventilador.

### Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 es una vista en perspectiva de un ventilador centrífugo de acuerdo con el modo de realización 1.
- La FIG. 2 es una vista en sección que ilustra la estructura de una unidad de fuente de calor que incluye el ventilador centrífugo de acuerdo con el modo de realización 1.
- La FIG. 3 es un diagrama esquemático que ilustra esquemáticamente un ejemplo de una sección tomada a lo largo de la línea B-B en la FIG. 2.
- La FIG. 4 es un diagrama que ilustra la conformación de cada aspa del ventilador centrífugo de acuerdo con el modo de realización 1.

- La FIG. 5 es un diagrama esquemático de la estructura del ventilador centrífugo de acuerdo con el modo de realización 1 en una sección que contiene un eje de rotación X.
- 5 La FIG. 6 es un gráfico que ilustra la relación entre la posición de un punto en un saliente del aspa y un cambio en la potencia de entrada al ventilador centrífugo.
- La FIG. 7 es una vista ampliada que ilustra la parte de conexión del aspa del ventilador centrífugo de la FIG. 4 y su entorno.
- 10 La FIG. 8 es un gráfico que ilustra un cambio en la potencia de entrada al ventilador centrífugo que se asocia con un cambio en el ángulo  $\theta_b$  y un cambio en el ángulo  $\theta_s$  en el ventilador centrífugo.
- La FIG. 9 es una vista en planta del ventilador centrífugo de la FIG. 1 cuando el ventilador centrífugo se ve desde la posición donde se localiza una cubierta.
- 15 La FIG. 10 es un diagrama que ilustra una sección del ventilador centrífugo de la FIG. 1 que contiene el eje de rotación.
- La FIG. 11 es un gráfico que ilustra un cambio en la potencia de entrada al ventilador centrífugo que se asocia con un cambio en el ángulo  $\theta_q$  y un cambio en el ángulo  $\theta_h$  en el ventilador centrífugo.
- 20 La FIG. 12 es una vista en sección que ilustra la estructura de una unidad interior del aparato de aire acondicionado que incluye el ventilador centrífugo.

## 25 Descripción de los modos de realización

A continuación se describen modos de realización de un ventilador centrífugo y de un aparato de aire acondicionado que incluye el ventilador centrífugo. Cabe destacar que las formas de los componentes ilustrados en los dibujos son meramente ejemplos, y la presente invención no está limitada a las formas de los componentes ilustrados en los dibujos. Además, cabe destacar que los componentes designados con los mismos signos de referencia en los dibujos son los mismos componentes o equivalentes. Esta nota se aplica a la descripción completa en el presente documento.

30

Adicionalmente, cabe destacar que las formas de los componentes descritos en el presente documento son meramente ejemplos y la presente invención no está limitada solo a la descripción en el presente documento. En particular, una combinación de componentes no está limitada solo a eso en cada modo de realización. Un componente en un modo de realización se puede usar en otro modo de realización. Además, cabe destacar que la relación entre los tamaños de los componentes en los dibujos puede diferir de la de los reales.

35

## 40 Modo de realización 1

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de un ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1. El ventilador centrífugo 1 incluye una placa principal 2, una pluralidad de aspas 4 que emergen desde la placa principal 2 y una cubierta 5 dispuesta de modo que las aspas 4 se interpongan entre la placa principal 2 y la cubierta 5. La placa principal 2 tiene un orificio central a través del que se extiende un árbol e incluye un buje 3 en conformación de copa localizado alrededor del orificio y que sobresale desde la placa principal 2 hacia la cubierta 5. Las aspas 4 están dispuestas circunferencialmente alrededor del buje 3.

45

La cubierta 5 está asegurada a los extremos de las aspas 4 opuestos a los extremos de las aspas 4 a los que se asegura la placa principal 2. La cubierta 5 tiene una conformación anular. El orificio central, al que se asegura el árbol que conecta el ventilador centrífugo 1 a una unidad de alimentación para rotar el ventilador centrífugo 1, de la placa principal 2 está localizado en el centro de rotación del ventilador centrífugo 1.

50

La FIG. 2 es una vista en sección que ilustra la estructura de una unidad de fuente de calor 40 que incluye el ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1. La FIG. 2 ilustra esquemáticamente el interior de la unidad de fuente de calor 40. El ventilador centrífugo 1 se monta, por ejemplo, en un aparato de aire acondicionado o en una unidad de fuente de calor, y se usa después de que el árbol de rotación se asegure a un rotor de un alternador montado en un vehículo o una máquina eléctrica rotativa, tal como un motor.

55

En el modo de realización 1, se describe como ejemplo el ventilador centrífugo 1 montado en la unidad de fuente de calor 40 de un aparato de aire acondicionado. Aunque el ventilador centrífugo 1 montado en la unidad de fuente de calor 40 se describe en el modo de realización 1, el ventilador centrífugo 1 no está limitado a este ejemplo. El ventilador centrífugo 1 se puede montar en otro dispositivo, tal como una unidad interior del aparato de aire acondicionado y un dispositivo de envío de aire.

60

65

La unidad de fuente de calor 40 está conectada a una unidad del lado de carga, que no se ilustra, por tuberías de refrigerante para formar un circuito de ciclo de refrigeración. El aparato de aire acondicionado hace circular el refrigerante a través de las tuberías de refrigerante en el circuito de ciclo de refrigeración de modo que la unidad del lado de carga caliente o enfríe un espacio con aire acondicionado. El espacio con aire acondicionado es una habitación, por ejemplo, de una casa, un edificio o un condominio. La unidad de fuente de calor 40 se usa como una unidad exterior del aparato de aire acondicionado. La unidad del lado de carga se usa como una unidad interior del aparato de aire acondicionado.

La unidad de fuente de calor 40 incluye al menos un intercambiador de calor 43, un compresor 41, una caja de control 42, el ventilador centrífugo 1, una boca acampanada 45, un motor de ventilador 50 y un depósito de drenaje 47 en una carcasa 44. La carcasa 44 es un armazón de la unidad de fuente de calor 40 y tiene una entrada de aire 46 y una salida de aire 48.

La entrada de aire 46 y la salida de aire 48 están abiertas en la carcasa 44 para proporcionar una comunicación entre el interior y el exterior de la carcasa 44. La entrada de aire 46 está abierta, por ejemplo, en una pared trasera de la carcasa 44. La salida de aire 48 está abierta, por ejemplo, en una pared frontal de la carcasa 44. En otras palabras, la unidad de fuente de calor 40 está configurada de modo que se succione aire a la unidad de fuente de calor 40 desde una cara lateral de la carcasa 44 y el aire se descargue desde otra cara lateral de la carcasa 44.

Cada cara lateral de la carcasa 44 está dividida en los paneles superior e inferior, que son extraíbles. En el modo de realización 1, el panel inferior de una cara lateral se extrae para proporcionar una abertura que defina la entrada de aire 46. Además, el panel superior de otra cara lateral de la carcasa 44 se extrae para proporcionar una abertura que defina la salida de aire 48.

El intercambiador de calor 43 está dispuesto entre la salida de aire 48 y el ventilador centrífugo 1 y está dispuesto corriente abajo del ventilador centrífugo 1. El depósito de drenaje 47 está dispuesto debajo del intercambiador de calor 43 y recibe, por ejemplo, agua de condensación que cae del intercambiador de calor 43. El ventilador centrífugo 1 tiene un eje de rotación X y rota alrededor del eje de rotación X para enviar un fluido desde la boca acampanada 45 hasta el intercambiador de calor 43. El ventilador centrífugo 1 está conectado en un centro O al motor de ventilador 50 y se acciona para rotar.

La boca acampanada 45 está dispuesta en parte del ventilador centrífugo 1 a través del que se succiona un fluido y guía el fluido que fluye a través de un conducto de entrada de aire 51 al ventilador centrífugo 1. La boca acampanada 45 incluye una porción que tiene una abertura que disminuye gradualmente en diámetro desde su entrada contigua al conducto de entrada de aire 51 hacia el ventilador centrífugo 1.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático que ilustra esquemáticamente un ejemplo de una sección tomada a lo largo de la línea B-B en la FIG. 2. La carcasa 44 tiene el conducto de entrada de aire 51 y un conducto de salida de aire 52, que están divididos por un tabique de conducto de aire 49, en la carcasa 44. El conducto de entrada de aire 51 se define entre las paredes de la carcasa 44 y el tabique de conducto de aire 49 se orienta hacia la entrada de aire 46 y está localizado en la parte inferior de la carcasa 44. El conducto de entrada de aire 51 se comunica con la entrada de aire 46 y guía el aire succionado a través de la entrada de aire 46 a la boca acampanada 45. El conducto de salida de aire 52 está localizado en la parte superior de la carcasa 44 y se comunica con la salida de aire 48 y guía el fluido expulsado del ventilador centrífugo 1 a la salida de aire 48.

La conformación de la placa principal 2 del ventilador centrífugo 1 en la FIG. 1 no está limitada a lo ilustrado en la FIG. 1. Por ejemplo, la placa principal 2 puede ser sustancialmente plana y en conformación de placa o puede ser una placa plana que tenga salientes, tales como nervaduras. Además, la placa principal 2 puede tener una conformación con salientes en su periferia para equilibrar el centro de gravedad, una conformación con un orificio para la reducción de peso o enfriamiento, una conformación con una porción elevada en conformación de copa localizada en el centro de rotación, o una conformación con muescas entre las aspas o puede tener una combinación de estas conformaciones. En el modo de realización 1, el buje 3, que es una porción elevada en conformación de copa, está dispuesto alrededor de un orificio 3a, que está en conexión con el motor de ventilador 50 localizado en el eje de rotación X. La placa principal 2 plana está dispuesta en la periferia del buje 3.

La conformación del buje 3 no está limitada a la ilustrada en la FIG. 1. El buje 3 puede tener, por ejemplo, una conformación con una porción elevada en conformación de copa en el centro de rotación, una conformación con un orificio de enfriamiento para la reducción de peso y enfriamiento, o una conformación con salientes, tales como nervaduras, o puede incluir un aislante de vibración de goma para reducir la vibración durante la rotación.

El orificio 3a de la placa principal 2 o del buje 3 puede tener una conformación circular, elíptica o sustancialmente poligonal. La placa principal 2 o el buje 3 pueden tener múltiples orificios 3a. Los múltiples orificios 3a pueden tener diferentes conformaciones.

Las aspas 4 sobresalen desde la placa principal 2 y están dispuestas en intervalos regulares circunferencialmente alrededor del eje de rotación X del ventilador centrífugo 1. Las aspas 4 se pueden disponer en intervalos irregulares. Las aspas 4 pueden tener la misma conformación o conformaciones diferentes. Un extremo de cada aspa 4 conectado a la placa principal 2 se denomina extremo del lado de placa principal 4c.

La cubierta 5 está conectada a un extremo de cada aspa 4 opuesto al extremo del lado de placa principal 4c. El extremo de cada aspa 4 conectado a la cubierta 5 se denomina extremo del lado de cubierta 4d. La cubierta 5 tiene una conformación anular que tiene una abertura central cuando el ventilador centrífugo 1 se ve en una dirección a lo largo del eje de rotación X. Aunque la cubierta 5 tiene una conformación anular en el modo de realización 1, la cubierta 5 puede tener otra conformación, tal como una conformación elíptica y una conformación poligonal.

La cubierta 5 incluye salientes 5c dispuestos para su conexión a las aspas 4. Aunque los salientes 5c sobresalen de una superficie exterior de cubierta 5b cuando la cubierta 5 se ve desde la posición donde la superficie exterior de cubierta 5b está localizada, los orificios están dispuestos en una superficie interior de cubierta 5a cuando la cubierta 5 se ve desde la posición donde la superficie interior de cubierta 5a está localizada. El extremo del lado de cubierta 4d de cada aspa 4 incluye una porción de inserción que sobresale, que no se ilustra. Las porciones de inserción se insertan en los orificios de la superficie interior de cubierta 5a, de modo que las aspas 4 se conecten a la cubierta 5.

En una sección del ventilador centrífugo 1 que contiene el eje de rotación X, la superficie de la cubierta 5 incluye porciones en conformación de arco. La superficie de la cubierta 5 en una sección que contiene el eje de rotación X puede incluir porciones en conformación de arco elíptico o puede tener una curva obtenida combinando diferentes curvas. La superficie interior de cubierta 5a, que es una superficie de la cubierta 5 localizada cerca de las aspas 4, puede tener una conformación en sección diferente a la de la superficie exterior de cubierta 5b, que es una superficie opuesta a la superficie interior de cubierta 5a.

Una cara circunferencial exterior 5d de la cubierta 5 puede tener una ranura para equilibrar el ventilador centrífugo 1. Además, la cubierta 5 puede tener cualquiera de, por ejemplo, una conformación con un orificio para la reducción de peso, una conformación con salientes, tales como nervaduras, y una conformación con muescas en partes entre las aspas 4 o puede tener una combinación de estas conformaciones.

La FIG. 4 es un diagrama que ilustra la conformación de cada aspa 4 del ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1. La FIG. 4 ilustra una superficie de succión 4a del aspa 4. En otras palabras, la FIG. 4 ilustra un saliente del aspa 4 cuando el aspa 4 se ve desde el eje de rotación X del ventilador centrífugo 1. En el modo de realización 1, el aspa 4 está tridimensionalmente retorcida en lugar de ser plana. La FIG. 4 ilustra convenientemente el aspa 4 desarrollada en una superficie plana. En la FIG. 4, solo se ilustran esquemáticamente las superficies de la placa principal 2 y de la cubierta 5 conectada al aspa 4.

Un borde del aspa 4 localizado a la izquierda de la FIG. 4 se denomina borde de ataque 6, que es un borde frontal en la dirección de rotación del ventilador centrífugo 1. Un borde del aspa 4 localizado a la derecha de la FIG. 4 se denomina borde de salida 8, que es un borde trasero en la dirección de rotación del ventilador centrífugo 1. El borde de ataque 6 está más cerca del eje de rotación X del ventilador centrífugo 1 que el borde de salida 8. El borde de salida 8 está localizado en una circunferencia exterior del ventilador centrífugo 1.

Con referencia a la FIG. 4, el extremo del lado de cubierta 4d está unido a la cubierta 5, y el extremo del lado de placa principal 4c está unido a la placa principal 2. En la FIG. 4, la superficie interior de cubierta 5a en contacto con el extremo del lado de cubierta 4d está conformado para encajar en el extremo del lado de cubierta 4d del aspa 4 y se define por una curva que se acerca gradualmente a la placa principal 2 en una dirección desde el borde de ataque 6 hasta el borde de salida 8 del aspa 4.

Como se ilustra en la FIG. 4, el borde de ataque 6 incluye la parte de conexión 6a, que está en la proximidad de la superficie interior de cubierta 5a. La parte de conexión 6a se interseca con la superficie interior de cubierta 5a para formar un ángulo agudo, es decir, un ángulo de 90 grados o menos con la superficie interior de cubierta 5a. En otras palabras, el borde de ataque 6 se extiende de forma oblicua desde un punto P4, que es el punto de intersección del borde de ataque 6 y la superficie interior de cubierta 5a, hacia el borde de salida 8.

Como se ilustra en la FIG. 4, la parte de conexión 6a del borde de ataque 6 del aspa 4 se conecta a la superficie interior de cubierta 5a a un ángulo agudo formado entre la parte de conexión 6a y la superficie interior de cubierta 5a. La parte de conexión 6a es parte de un rebajo 6b, que se curva hacia adentro desde el borde de ataque. En otras palabras, el rebajo 6b está localizado junto al punto P4 y define una conformación similar a valle que tiene una parte inferior en el punto P3\_1 cuando el rebajo 6b se ve desde el centro de rotación.

El borde de ataque 6 se extiende desde el punto P3\_1, que es la parte inferior del rebajo 6b, hasta una punta 6d en la dirección de rotación y se extiende desde la punta 6d hacia el borde de salida 8 para formar un saliente 6c que sobresale en la dirección de rotación. En otras palabras, el saliente 6c tiene una conformación de V invertida

con un pico en la punta 6d cuando el saliente 6c se ve desde el centro de rotación. Un extremo del saliente 6c cerca de la placa principal 2 está localizado en un punto P1\_1. El borde de ataque 6 se extiende desde el punto P1\_1 hasta la placa principal 2 y se conecta a la placa principal 2 en un punto P0.

5 En otras palabras, la aspa 4 incluye el saliente 6c que sobresale desde una línea de referencia L3, que es una curva de referencia para el borde de ataque 6 del aspa 4, en la dirección de rotación en el borde de ataque 6. En el aspa 4, el borde de ataque 6 se extiende desde el punto P1\_1, que está localizado en uno de los extremos opuestos del saliente 6c y está cerca de la placa principal 2, hasta la placa principal 2 en la dirección de rotación, y la parte de conexión 6a del borde de ataque 6 se extiende desde el punto P3\_1, que está localizado en el otro  
10 de los extremos opuestos del saliente 6c y está cerca de la cubierta 5, en la dirección de rotación.

En el modo de realización 1, la línea de referencia L3 para el borde de ataque 6 está representada como una tangente que pasa a través del punto P1\_1 y el punto P3\_1 en los extremos opuestos del saliente 6c en la FIG. 4 y está representada como una línea recta inclinada hacia el borde de salida 8 en una dirección desde la placa principal 2 hacia la cubierta 5. Sin embargo, la línea de referencia L3 es una curva que se extiende a lo largo de la conformación tridimensionalmente retorcida del aspa 4 real y que pasa por los puntos P1\_1 y P3\_1. La línea de referencia L3 no está limitada a una curva de este tipo. Por ejemplo, la línea de referencia L3 puede ser una línea recta perpendicular a la placa principal 2 o una línea recta inclinada a un ángulo con respecto a la placa principal 2.  
15

O, de forma alternativa, la línea de referencia L3 puede ser una curva que se curva de forma monótona en la dirección de rotación en una dirección contraria a la placa principal 2, una curva que se curva de forma monótona en una dirección opuesta a la dirección de rotación en la dirección contraria a la placa principal 2, o una curva que se curva en dirección radial o en una dirección opuesta a la dirección radial en la dirección contraria a la placa principal 2.  
20

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de la estructura del ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1 en una sección que contiene el eje de rotación X. En la FIG. 5, las conformaciones de la boca acampanada 45 y de la cubierta 5 están representadas esquemáticamente por líneas. La FIG. 5 ilustra esquemáticamente la conexión entre el ventilador centrífugo 1 y la boca acampanada 45. Como se ilustra en la FIG. 2, el ventilador centrífugo 1 está conectado al conducto de entrada de aire 51 por la boca acampanada 45. La boca acampanada 45 tiene una conformación con un diámetro decreciente de modo que la abertura disminuya gradualmente de diámetro en la dirección desde el conducto de entrada de aire 51 hasta el ventilador centrífugo 1. Con referencia a la FIG. 5, la boca acampanada 45 está conectada al ventilador centrífugo 1 de modo que un extremo 45a de pequeño diámetro de la boca acampanada 45 entre en la abertura central de la cubierta 5 del ventilador centrífugo 1.  
25

En la unidad de fuente de calor 40 de acuerdo con el modo de realización 1, mientras el ventilador centrífugo 1 está accionado, parte del fluido descargado radialmente desde el ventilador centrífugo 1 pasa a través del espacio entre una superficie circunferencial exterior de la boca acampanada 45 y la superficie circunferencial interior de la cubierta y se guía a la cubierta 5 del ventilador centrífugo 1. Dicho flujo que circula en la carcasa 44 se denomina flujo circulante 80. El flujo circulante 80, que es un fluido que fluye del ventilador centrífugo 1 y entra, de nuevo, en el ventilador centrífugo 1 a través de la abertura central de la cubierta 5, fluye a alta velocidad.  
30

La colisión entre el flujo circulante 80, que fluye a alta velocidad, y el borde de ataque 6 de cada aspa 4 provoca la separación de flujo en la superficie de succión del aspa 4. El flujo circulante 80, que entra en el espacio definido por la cubierta 5 y la boca acampanada 45 y fluye en una región cerca de la superficie interior de cubierta 5a, provoca que se produzca una zona de entrada en pérdida en una región contigua a la superficie interior de cubierta 5a en la superficie de succión 4a del aspa 4. La zona de entrada en pérdida en la superficie de succión 4a reduce un caudal a través del ventilador centrífugo 1 y la eficacia del ventilador centrífugo 1 y también provoca ruido.  
35

Como se ilustra en la FIG. 4, el borde de ataque 6 del aspa 4 tiene el rebajo 6b, que incluye la parte de conexión 6a del borde de ataque 6 a un ángulo agudo con la superficie interior de cubierta 5a, y el saliente 6c que se extiende desde la línea de referencia L3 para el borde de ataque 6 en la dirección de rotación. Esta conformación puede mitigar la colisión entre el flujo circulante 80 y el borde de ataque 6, de modo que se reduzca la separación de flujo en el borde de ataque 6 del aspa 4.  
40

La separación de flujo reducida da como resultado una reducción significativa en la zona de entrada en pérdida que se produce en una región contigua a la cubierta 5 en la superficie de succión 4a entre el borde de ataque 6 del aspa 4 que se localiza cerca del eje de rotación X y el borde de salida 8 del aspa 4 que se localiza en la circunferencia exterior y, por tanto, se reduce el ruido del ventilador centrífugo 1 y, por tanto, se incrementa un caudal a través del ventilador centrífugo 1.  
45

60

El borde de salida 8 del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 puede tener una conformación lineal paralela al eje de rotación X, una conformación en espiral o una conformación formada por la combinación de múltiples conformaciones en espiral. Además, el borde de salida 8 puede tener un conjunto de bordes dentados triangulares como los dientes de una sierra o puede tener una muesca.

**Modo de realización 2**

En el ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1, se puede modificar la conformación del borde de ataque 6 de cada aspa 4. En particular, el borde de ataque 6 puede tener una pluralidad de salientes 6c. En el modo de realización 2, se describe principalmente una modificación del modo de realización 1. A continuación en el presente documento, se define un plano imaginario paralelo a la placa principal 2 en el ventilador centrífugo 1, y una distancia desde el punto de intersección del plano imaginario y el borde de ataque 6 del aspa 4 hasta el punto de intersección del plano imaginario y el borde de salida 8 del aspa 4 a lo largo de la superficie de succión se define como una longitud circunferencial.

La altura de una abertura, a través de la que se expulsa el fluido del ventilador centrífugo 1, en la circunferencia exterior del ventilador centrífugo 1 en la FIG. 4, se denomina altura de salida. La altura de salida es una distancia desde la periferia de la placa principal 2 hasta la periferia de la cubierta 5 en la circunferencia exterior del ventilador centrífugo 1. La mitad de la altura de salida es una distancia h. En otras palabras, la altura de salida se expresa como 2h.

Como se ilustra en la FIG. 4, el punto de conexión entre el borde de ataque 6 del aspa 4 y la placa principal 2 se denomina punto P0. Un punto de inicio de un primer saliente 6c, que es el primero desde la placa principal 2, del borde de ataque 6 se denomina punto P1\_1. Un punto en el que la aspa 4 tiene la longitud circunferencial más larga en el primer saliente, que es el primero desde la placa principal, del borde de ataque 6 se denomina punto P2\_1.

Un punto final del primer saliente 6c, que es el primero desde la placa principal 2, del borde de ataque 6 se denomina punto P3\_1. El punto de conexión entre el borde de ataque 6 y la superficie interior de cubierta 5a se denomina punto P4. Siempre que la línea de referencia L3 para el borde de ataque 6 sea paralela al borde de salida 8 como se ilustra en la FIG. 4, el punto P2\_1 coincide con la punta 6d del saliente 6c.

En otras palabras, en un caso en el que el borde de ataque 6 incluya una pluralidad de salientes, el punto de inicio del k-ésimo saliente 6c, que es el k-ésimo desde la placa principal 2, se representa como un punto P1\_k, el pico del k-ésimo saliente se representa como un punto P2\_k, y el punto final del k-ésimo saliente 6c se representa como un punto P3\_k. El punto P1\_k es un punto que está localizado en uno de los extremos opuestos del k-ésimo saliente 6c de la pluralidad de salientes 6c y está localizado cerca de la placa principal 2. El punto P3\_k es un punto que está localizado en el otro de los extremos opuestos del k-ésimo saliente 6c, que es el k-ésimo desde la placa principal 2, de la pluralidad de salientes y está localizado cerca de la cubierta 5. El punto P1\_k puede coincidir con el punto P3\_k-1.

La distancia desde la placa principal 2 hasta el punto P1\_1 a lo largo del eje de rotación X del ventilador centrífugo 1 se representa como una distancia f1\_1, la distancia desde la placa principal 2 hasta el punto P2\_1 a lo largo del eje de rotación X del ventilador centrífugo 1 se representa como una distancia f2\_1, y una distancia desde la placa principal 2 hasta el punto P3\_1 a lo largo del eje de rotación X del ventilador centrífugo 1 se representa como una distancia f3\_1. En otras palabras, la relación  $offl_k < f2_k < f3_k$  se mantiene en el k-ésimo saliente desde la placa principal 2.

Con referencia a la FIG. 4, la longitud circunferencial del aspa 4 en el punto P2\_1 es más larga que en el punto P1\_1. Además, la longitud circunferencial del aspa 4 en el punto P2\_1 es más larga que en el punto P3\_1. Esta configuración reduce la separación de flujo en el borde de ataque 6 del aspa 4 de modo que se reduzca el ruido del ventilador centrífugo 1 y se incremente un caudal a través del ventilador centrífugo 1.

Aunque la FIG. 4 ilustra el borde de ataque 6 que incluye el único saliente 6c que está localizado más cerca de la placa principal 2 que el rebajo 6b en el ventilador centrífugo 1, el borde de ataque 6 puede incluir una pluralidad de salientes 6c. En el borde de ataque 6 que incluye una pluralidad de salientes 6c, el n-ésimo saliente 6c, que es el n-ésimo desde la placa principal 2, se establece de modo que la longitud circunferencial del aspa 4 en un punto P2\_n sea más larga que la de un punto P1\_n y sea más larga que la de un punto P3\_n.

Preferentemente, un punto en el que el aspa 4 tiene la longitud circunferencial más larga está localizado más cerca de la cubierta 5 que un punto que se corresponde a la mitad de la altura de salida. En otras palabras, en un caso en el que el borde de ataque 6 incluya el único saliente 6c como se ilustra en la FIG. 4, la posición del punto P2\_1 se establece para satisfacer  $f2_1 > h$ . Para una pluralidad de salientes, la posición del punto P2\_n en cualquiera o en el n-ésimo saliente 6c se establece para satisfacer  $f2_n > h$ . Una configuración de este tipo es eficaz para reducir la separación de flujo en el borde de ataque 6.

En particular, por ejemplo, en la unidad de fuente de calor 40 del aparato de aire acondicionado en la que un objeto que provoca la pérdida de presión, por ejemplo, el intercambiador de calor 43, está localizado corriente abajo de las aspas 4, la separación de flujo en el borde de ataque 6 de cada aspa 4 se reduce eficientemente. Por tanto, una zona de entrada en pérdida que se produce en una región del lado de cubierta en la superficie de succión 4a entre el borde de ataque 6 del aspa 4 y el borde de salida 8 del aspa 4 se puede reducir significativamente, de modo que el ruido del ventilador centrífugo 1 se reduzca y se incremente un caudal a través del ventilador centrífugo 1.

La FIG. 6 es un gráfico que ilustra la relación entre la posición  $f2\_n$  del punto  $P2\_n$  en el saliente del aspa 4 y un cambio en la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1. En la FIG. 6, el eje horizontal representa  $f2\_n$ , que representa la posición del punto  $P2\_n$ , que está en la punta del  $n$ -ésimo saliente desde la placa principal 2, en el aspa 4, y el eje vertical representa la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 en condiciones donde el aire se expulsa del ventilador centrífugo 1 a un caudal constante. Específicamente, como la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 que se representa por el eje vertical es menor, el aire se puede descargar al mismo caudal con menor potencia de entrada. En este estado, el ventilador centrífugo 1 logra una alta eficacia.

Como se ilustra en la FIG. 6, establecer la posición en la que el aspa 4 tiene la longitud circunferencial más larga para satisfacer  $f2\_n > h$ , que es mayor que la mitad de la altura de salida, puede reducir la potencia de entrada al ventilador centrífugo para mejorar la eficacia del ventilador.

Establecer la posición del punto  $P2\_n$ , en el que el aspa 4 tiene la longitud circunferencial más larga, para satisfacer  $1,3h \leq f2\_n \leq 1,8h$  puede reducir además la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1. El motivo es como sigue. Si el punto  $P2\_n$ , en el que la longitud circunferencial del aspa 4 es larga, se localizara a un mayor nivel que la altura del borde de salida 8, la distancia entre el borde de ataque 6 de cada aspa 4 y la siguiente aspa 4 disminuiría, y la pérdida de presión entre las aspas 4, por tanto, se incrementaría.

Sin embargo, localizar el punto  $P2\_n$ , en el que el aspa 4 tiene la longitud circunferencial más larga, entre un nivel correspondiente a la mitad de la altura del borde de salida 8 y un extremo superior del borde de salida 8 como se describe anteriormente puede mejorar la eficacia del ventilador centrífugo 1. Además, la longitud circunferencial del aspa 4 en el punto  $P2\_n$  del saliente 6c se establece preferentemente de 1,1 a 2,0 veces la longitud circunferencial del aspa 4 en el punto  $P0$  de la placa principal 2.

### Modo de realización 3

La eficacia del ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1 se puede mejorar además estableciendo la posición del saliente 6c del borde de ataque 6 de cada aspa 4 para satisfacer la siguiente condición. En el modo de realización 3, se describe principalmente una modificación del modo de realización 1.

En el modo de realización 3, en el caso en el que el borde de ataque 6 de cada aspa 4 incluya un único saliente 6c, el saliente 6c se localiza de modo que la distancia entre la placa principal 2 y el punto  $P1\_1$  en uno de los extremos opuestos del saliente 6c satisfaga " $0,05 \times 2h \leq f1\_1 \leq 0,2 \times 2h$ " y la distancia entre la placa principal 2 y el punto  $P3\_1$  en el otro de los extremos opuestos del saliente 6c satisfaga " $0,8 \times 2h \leq f3\_1 \leq 1,3 \times 2h$ ". Una configuración de este tipo permite que el rebajo 6b se localice en una capa límite de flujo que se genera a lo largo de la superficie interior de cubierta 5a por el flujo circulante 80 ilustrado en la FIG. 5, y se mitiga, por tanto, la colisión entre el flujo circulante 80 y el borde de ataque 6.

Incluso si el número de salientes 6c incluidos en el borde de ataque 6 de cada aspa 4 sea de uno, la separación de flujo en el borde de ataque 6, por lo tanto, se puede reducir eficazmente, y, por tanto, se incrementa un caudal a través del ventilador centrífugo 1. El punto  $P3\_1$ , que está localizado en el extremo del saliente 6c cerca de la cubierta 5, coincide con la parte inferior del rebajo 6b. El punto  $P3\_1$  también representa una posición donde está localizado el rebajo 6b.

Además, el punto  $P3\_1$  en el borde de ataque 6 se puede localizar entre la superficie interior de cubierta 5a y un plano desplazado de la superficie interior de cubierta 5a en  $0,3h$  hacia la placa principal 2 a lo largo del eje de rotación X. Una configuración de este tipo permite que el rebajo 6b se localice en una capa límite de flujo que se genera a lo largo de la superficie interior de cubierta 5a por el flujo circulante 80. Esta configuración puede reducir, por tanto, más eficazmente la separación de flujo en el borde de ataque 6 de cada aspa 4 para mejorar la eficacia del ventilador centrífugo 1.

Además, el rebajo 6b se puede localizar a un nivel mayor o igual que el extremo superior del borde de salida 8. En otras palabras, el punto  $P3\_1$  puede satisfacer una condición de " $2h \leq f3\_1$ ". En este caso, es difícil localizar la parte inferior del rebajo 6b más cerca del borde de salida 8.

**Modo de realización 4**

La eficacia del ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1 se puede mejorar además estableciendo la conformación de parte del saliente 6c del borde de ataque 6 de cada aspa 4 que está cerca de la cubierta 5 para satisfacer la siguiente condición. En el modo de realización 4, se describe principalmente una modificación del modo de realización 1.

Como se ilustra en la FIG. 4, cuando el borde de ataque 6 del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 sobresale radialmente, el saliente 6c del borde de ataque 6 tiene preferentemente una conformación definida por una curva infinitamente diferenciable de modo que un cambio en la conformación se incrementa entre los puntos P2\_n y P3\_n. Específicamente, el borde de ataque 6 proporciona un gran cambio en la longitud circunferencial entre los puntos P2\_n y P3\_n en una dirección hacia la cubierta 5 a lo largo del eje de rotación X. En el borde de ataque 6 de cada aspa 4 del ventilador centrífugo 1, el flujo circulante 80 incrementa la velocidad de flujo en una posición cerca de la superficie interior de cubierta 5a.

Sin embargo, el borde de ataque 6 descrito anteriormente de cada aspa 4 incluida en el ventilador centrífugo 1 permite que el aire fluya a lo largo del aspa 4 incluso en una región contigua a la cubierta 5 que se ve afectada significativamente por el flujo circulante 80. Esta configuración reduce la separación de flujo en la región contigua a la cubierta 5 en la superficie de succión 4a del aspa 4 e incrementa un caudal a través del ventilador centrífugo 1.

**Modo de realización 5**

La eficacia del ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1 se puede mejorar conformando parte del saliente 6c del borde de ataque 6 de cada aspa 4 que está cerca de la cubierta 5 de la siguiente manera. En el modo de realización 5, se describe principalmente una modificación del modo de realización 1.

Como se ilustra en la FIG. 4, cuando el borde de ataque 6 del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 sobresale radialmente, parte del saliente 6c del borde de ataque 6 que está localizado entre P2\_n y P3\_n puede tener una conformación que incluya una conformación sinusoidal correspondiente a al menos la mitad de un ciclo de una curva sinusoidal o una conformación similar a una curva sinusoidal. En el ventilador centrífugo 1, el flujo circulante 80 incrementa la velocidad de flujo en una región cerca de la superficie interior de cubierta 5a en la superficie de succión 4a del borde de ataque 6 de cada aspa 4. Sin embargo, la conformación descrita anteriormente del borde de ataque 6 permite que la superficie de succión 4a del borde de ataque 6 de cada aspa 4 se ajuste a un flujo incluso en una región contigua a la cubierta 5 que se ve afectada significativamente por el flujo circulante 80, y la separación de flujo se reduce, por tanto, eficazmente.

En un caso en el que la cubierta 5 del ventilador centrífugo 1 no se rote, el flujo circulante 80 que fluye entre la boca acampanada 45 y la cubierta 5 a lo largo del eje de rotación se comporta como un flujo de Poiseuille, y la distribución de la velocidad de flujo del flujo cambia bidimensionalmente en una sección que contiene el eje de rotación X. Sin embargo, a media que la cubierta 5 se rota realmente, el fluido que fluye entre la cubierta 5 y la boca acampanada 45 cambia en la componente circunferencial de su velocidad de flujo. En otras palabras, el fluido que fluye a lo largo de la cubierta 5 se comporta como un flujo de Couette y su componente de velocidad radial es mayor hacia la circunferencia exterior del ventilador centrífugo 1.

La velocidad de flujo del fluido se determina combinando una componente de velocidad circunferencial y una componente de velocidad axial del fluido. Para el flujo entre la cubierta 5 y la boca acampanada 45, por lo tanto, parte del flujo que es contiguo a la cubierta 5 fluye a mayor velocidad y parte del flujo que es contiguo a la boca acampanada 45 fluye a menor velocidad. Para el fluido que fluye a través del ventilador centrífugo 1, por lo tanto, un cambio en la velocidad de flujo en una región contigua a la cubierta (en una región de diámetro exterior) es más pequeña que en una región contigua a la boca acampanada 45 (en una región de diámetro interior).

El grado de turbulencia de un flujo depende de la velocidad del flujo. Por lo tanto, es preferente que la conformación de cada aspa 4 se cambie para adaptarse a un cambio en la velocidad de flujo. Específicamente, la conformación del aspa 4 se cambia eficazmente de modo que un cambio en la conformación disminuya hacia la cubierta 5 y se incrementa en dirección contraria a la cubierta 5. En el modo de realización 5, el borde de ataque 6 de cada aspa 4 tiene, por ejemplo, una conformación de curva sinusoidal o una conformación similar a una curva sinusoidal. La conformación del borde de ataque 6 no está limitada a estos ejemplos.

**Modo de realización 6**

Para el ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1, parte del saliente 6c del borde de ataque 6 de cada aspa 4 que está cerca de la cubierta 5 se puede establecer para satisfacer la siguiente condición. En el modo de realización 6, se describe principalmente una modificación del modo de realización 1.

Como se ilustra en la FIG. 4, cuando el borde de ataque 6 del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 sobresale radialmente, el enésimo saliente 6c, que es el enésimo desde la placa principal 2, del borde de ataque 6 tiene la longitud circunferencial más larga entre los puntos P1\_n y P2\_n. En una configuración en la que el borde de ataque 6 incluye una pluralidad de salientes 6c, la longitud circunferencial del saliente 6c que se localiza cerca de la cubierta 5 se establece para que sea más larga que la localizada cerca de la placa principal 2. Los salientes 6c están conectados por una curva infinitamente diferenciable y, por tanto, se incrementa un caudal a través del ventilador centrífugo 1.

#### Modo de realización 7

Para el ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1, se puede cambiar un ángulo formado por la parte de conexión 6a del borde de ataque 6 de cada aspa 4 y la cubierta 5. En el modo de realización 7, se describe principalmente una modificación del modo de realización 1.

La FIG. 7 es una vista ampliada que ilustra la parte de conexión 6a del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 de la FIG. 4 y su entorno. Específicamente, la FIG. 7 ilustra detalles de la parte de conexión 6a localizada entre el rebajo 6b del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 y la superficie interior de cubierta 5a. Como se ilustra en la FIG. 7, el punto de intersección del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 y la superficie interior de cubierta 5a es un punto P4,  $\theta_s$  es un ángulo formado por una tangente L1 con respecto a la superficie interior de cubierta 5a y una línea recta L5 que pasa a través del punto P4 y paralela al eje de rotación X en el plano ilustrado en las figs. 4 y 7, y  $\theta_b$  es un ángulo formado por la tangente L1 con respecto a la superficie interior de cubierta 5a y una tangente L2 con respecto al borde de ataque 6 del aspa 4 que pasa a través del punto P4 en el plano ilustrado en las figs. 4 y 7.

La conformación de la parte de conexión 6a del borde de ataque 6 que se extiende hasta la cubierta 5 se establece preferentemente para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s$ . La conformación del borde de ataque 6 del aspa 4 establecida como se describe anteriormente puede reducir la separación de flujo provocada por la colisión entre el flujo circulante 80 que fluye desde la superficie interior de cubierta 5a y el borde de ataque 6 del aspa 4. A medida que, por tanto, se reduce una zona de entrada en pérdida provocada por la separación de flujo en la superficie de succión 4a del aspa 4, se incrementa un caudal a través del ventilador centrífugo 1 y se mejora la eficacia del ventilador.

Aunque la FIG. 7 ilustra el único punto P4, se pueden establecer múltiples secciones en la dirección circunferencial, y la conformación del aspa 4 que se extiende hasta la cubierta 5 se puede configurar para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s$  en cualquiera de las secciones establecidas. Como se potencia, por tanto, el efecto de reducción de la separación de flujo, se mejora la eficacia del ventilador.

La FIG. 8 es un gráfico que ilustra un cambio en la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 que se asocia con un cambio en el ángulo  $\theta_b$  y un cambio en el ángulo  $\theta_s$  en el ventilador centrífugo 1. El eje horizontal representa un cambio en  $\theta_b - \theta_s$  y el eje vertical representa un cambio en la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 en condiciones donde el fluido fluye a través del ventilador centrífugo 1 a un caudal constante. La FIG. 8 demuestra que como la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 que se representa por el eje vertical es menor, el fluido se puede descargar al mismo caudal con menor potencia de entrada. Un menor valor en el eje vertical representa una mayor eficacia del ventilador centrífugo 1.

En la FIG. 8,  $\theta_b - \theta_s \geq 0$  representa que la parte del borde de ataque 6 que está conectada a la superficie interior de cubierta 5a no tiene rebajo 6b, y  $\theta_b - \theta_s < 0$  representa que la parte del borde de ataque 6 que está conectada a la superficie interior de cubierta 5a tiene un rebajo 6b. Como se ilustra en la FIG. 8, establecer el ventilador centrífugo 1 para satisfacer  $\theta_b - \theta_s < 0$ , es decir,  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s$  puede reducir la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 para mejorar la eficacia del ventilador centrífugo 1.

#### Modo de realización 8

El ángulo formado por la parte de conexión 6a del borde de ataque 6 de cada aspa 4 y la cubierta 5 en el ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1 se puede cambiar. En el modo de realización 8, se describe principalmente una modificación del modo de realización 7.

Aunque los ángulos  $\theta_b$  y  $\theta_s$  se establecen para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s$  en el modo de realización 7 descrito anteriormente, establecer los ángulos  $\theta_b$  y  $\theta_s$  para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s/2$  puede potenciar además el efecto de reducción de la separación de flujo en la superficie de succión 4a. Como se ilustra en la FIG. 8, establecer los ángulos  $\theta_b$  y  $\theta_s$  para satisfacer  $\theta_b - \theta_s < -\theta_s/2$  reduce la potencia de entrada al ventilador centrífugo que se representa por el eje vertical. En otras palabras, establecer los ángulos  $\theta_b$  y  $\theta_s$  para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s/2$  puede reducir además la separación de flujo en el borde de ataque 6 de cada aspa 4, y la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 se reduce además. Por tanto, se mejora la eficacia del ventilador centrífugo 1.

**Modo de realización 9**

La eficacia del ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1 se puede mejorar especificando además el ángulo formado por la parte de conexión 6a del borde de ataque 6 de cada aspa 4 y la cubierta 5. En el modo de realización 9, se describe principalmente una modificación del modo de realización 8.

Para el borde de ataque 6 de cada aspa 4, establecer el ángulo  $\theta_s$  para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_s < 60 \text{ grados}$  puede potenciar el efecto de reducción de la separación de flujo en el borde de ataque 6 del aspa 4. El fluido que fluye a través del ventilador centrífugo 1 pasa a través de la cubierta 5, del borde de ataque 6 de cada aspa 4, de la superficie del aspa 4 y del borde de salida 8 del aspa 4, y, a continuación, se descarga del ventilador centrífugo 1. Un conducto de aire definido por la superficie interior de cubierta 5a, la placa principal 2 y el buje 3 disminuye en área de sección transversal en dirección corriente abajo, y el fluido que pasa a través del ventilador centrífugo 1 se provoca que fluya, por tanto, a una mayor velocidad a medida que el fluido se mueve corriente abajo.

A medida que el fluido se mueve hacia abajo, el grado de turbulencia del flujo a través del ventilador centrífugo 1, por lo tanto, disminuye. La colisión entre el borde de ataque 6 y el flujo del fluido en una posición con un mayor grado de turbulencia del flujo incrementa la probabilidad de separación del flujo de la superficie de aspa.

La colisión entre el borde de ataque 6 y el flujo del fluido en una posición con un menor grado de turbulencia del flujo reduce, por lo tanto, la probabilidad de separación del flujo de la superficie de aspa. En otras palabras, como el rebajo 6b del borde de ataque 6 del aspa 4 provoca que el fluido entre en colisión con el borde de ataque 6 en la región de diámetro exterior del ventilador centrífugo 1, se potencia además el efecto de reducción de la separación de flujo.

Por lo tanto, el efecto de reducción de la separación de flujo se puede potenciar además conectando el borde de ataque 6 del aspa 4 en una posición donde el ángulo  $\theta_s$ , que es el ángulo formado por la tangente con respecto a la superficie interior de cubierta 5a, satisface  $0 \text{ grados} \leq \theta_s < 60 \text{ grados}$ . Si  $\theta_s$  fuera mayor o igual que 60 grados, el aspa 4 tendría una longitud más pequeña y no trabajaría sobre el fluido, de modo que se reduciría el efecto de mejora de la eficacia del ventilador centrífugo 1.

**Modo de realización 10**

La eficacia del ventilador centrífugo 1 de acuerdo con el modo de realización 1 se puede mejorar especificando además un ángulo formado por la superficie de succión 4a de cada aspa 4 y la superficie interior de cubierta 5a en una sección que contiene el eje de rotación X del ventilador centrífugo 1.

La FIG. 9 es una vista en planta del ventilador centrífugo 1 de la FIG. 1 cuando el ventilador centrífugo 1 se ve desde la posición donde la cubierta 5 está localizada. La FIG. 10 es un diagrama que ilustra una sección del ventilador centrífugo 1 de la FIG. 1 que contiene el eje de rotación X. La FIG. 10 ilustra una sección de la parte A-A de la FIG. 9. Como se ilustra en la FIG. 10, en la sección A-A, una línea que representa la superficie de succión 4a del aspa 4 del ventilador centrífugo 1 es una línea de plano de corte 4e, y el punto de intersección de la línea de plano de corte 4e y la superficie interior de cubierta 5a es un punto Q.

Además, en la sección A-A, un ángulo formado por una tangente L6 con respecto a la superficie interior de cubierta 5a y una línea recta L7 que pasa a través del punto Q y paralela al eje de rotación X es un ángulo  $\theta_q$ , y un ángulo formado por la tangente L6 con respecto a la superficie interior de cubierta 5a y una tangente L8 con respecto a la línea de plano de corte 4e del aspa 4 y que pasa a través del punto Q es un ángulo  $\theta_h$ .

La superficie de succión 4a del aspa 4 y la superficie interior de cubierta 5a se pueden establecer de modo que la relación entre los ángulos  $\theta_q$  y  $\theta_h$  satisfaga  $0 \text{ grados} \leq \theta_h < \theta_q$ . Una configuración de este tipo reduce la separación de flujo provocada por la colisión del flujo circulante 80 que fluye a la superficie interior de cubierta 5a con la superficie de succión 4a del aspa 4 y, por tanto, se reduce una zona de entrada en pérdida provocada por la separación de flujo en la superficie de succión 4a del aspa 4. Esta configuración da lugar a un caudal incrementado a través del ventilador centrífugo 1 para mejorar la eficacia del ventilador centrífugo 1.

Cuando la parte A-A se establece en cualquier posición en la dirección circunferencial, y la conformación del aspa 4 y la de la cubierta 5 se establecen de modo que la relación descrita anteriormente de  $0 \text{ grados} \leq \theta_h < \theta_q$  se mantenga en cualquiera de las secciones establecidas, se reduce la separación de parte del flujo que pasa por la superficie interior de cubierta 5a y fluye hacia la superficie de succión 4a del aspa 4. A medida que se incrementa un caudal a través del ventilador centrífugo 1, se mejora la eficacia del ventilador centrífugo 1 y se reduce el ruido generado por la separación de flujo.

La FIG. 11 es un gráfico que ilustra un cambio en la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 que se asocia con un cambio en el ángulo  $\theta_q$  y un cambio en el ángulo  $\theta_h$  en el ventilador centrífugo 1. El eje horizontal representa un cambio en  $\theta_h - \theta_q$  y el eje vertical representa un cambio en la potencia de entrada al ventilador

centrífugo 1 en condiciones donde el fluido fluye a través del ventilador centrífugo 1 a un caudal constante. Como se ilustra en la FIG. 11, establecer  $\theta_h - \theta_q < 0$ , es decir,  $0 \text{ grados} \leq \theta_h < \theta_q$  puede reducir la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 para mejorar la eficacia del ventilador centrífugo 1.

- 5 Como se ilustra en la FIG. 10, el grosor del aspa 4 no es necesariamente constante en una sección del ventilador centrífugo 1 que contiene el eje de rotación X. En otras palabras, la conformación de una superficie de presión 4b del aspa 4 se puede establecer apropiadamente independientemente de la conformación de la superficie de succión 4a del aspa 4.

#### 10 **Modo de realización 11**

El ventilador centrífugo 1 no está limitado a los modos de realización descritos anteriormente. La eficacia del ventilador centrífugo 1 se puede mejorar además especificando además la relación entre los ángulos  $\theta_h$  y  $\theta_q$  en el modo de realización 10. Aunque se describe anteriormente  $0 \text{ grados} \leq \theta_h < \theta_q$  en el modo de realización 10, establecer  $\theta_q/2 \leq \theta_h < \theta_q$  reduce además la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 para mejorar la eficacia del ventilador centrífugo 1.

15 Como se ilustra en la FIG. 11, establecer  $-\theta_q/2 \leq \theta_h - \theta_q < 0$ , es decir, establecer el ángulo  $\theta_h$  para satisfacer  $\theta_q/2 \leq \theta_h < \theta_q$  puede reducir además la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1 para mejorar la eficacia del ventilador centrífugo 1. Si la conformación de la superficie de succión 4a de cada aspa 4 se estableciera para satisfacer  $0 \leq \theta_h - \theta_q < \theta_q/2$ , es decir, si el ángulo  $\theta_h$  se estableciera para satisfacer  $0 \leq \theta_h < 3\theta_q/2$ , la separación de flujo en la superficie de succión 4a del aspa 4 se reduciría, y el caudal también se reduciría debido a una reducción de la fuerza aplicada desde el aspa 4 al fluido.

20 El motivo es que el efecto de reducción del caudal es mayor que el efecto de reducción de la separación de flujo cuando estos efectos se comparan entre sí en la misma condición de caudal en el ventilador centrífugo 1. Establecer  $\theta_q/2 \leq \theta_h < \theta_q$  permite, por lo tanto, que el efecto de reducción de la separación de flujo sea mayor que el efecto de reducción del caudal, y, por tanto, se reduce la potencia de entrada al ventilador centrífugo 1. Por tanto, se mejora la eficacia del ventilador centrífugo 1.

30

#### **Modo de realización 12**

El ventilador centrífugo 1 se puede incluir no solo en la unidad de fuente de calor 40 del aparato de aire acondicionado descrito en el modo de realización 1, sino también en otras unidades y aparatos. En el modo de realización 12, se describe como ejemplo una unidad interior 53 del aparato de aire acondicionado que incluye el ventilador centrífugo 1.

La FIG. 12 es una vista en sección que ilustra la estructura de la unidad interior 53 del aparato de aire acondicionado que incluye el ventilador centrífugo 1. Como se ilustra en la FIG. 12, la unidad interior 53 incluye al menos un intercambiador de calor 43, un compresor 41, una caja de control 42, el ventilador centrífugo 1, una boca acampanada 45, un motor de ventilador 50 y un depósito de drenaje 47. El intercambiador de calor 43, el compresor 41, la caja de control 42, el ventilador centrífugo 1, la boca acampanada 45, el motor de ventilador 50 y el depósito de drenaje 47 están dispuestos en una carcasa 44, que es el armazón de la unidad interior 53.

45 La carcasa 44 tiene una entrada de aire 46 y una salida de aire 48. La entrada de aire 46 y la salida de aire 48 se abren para proporcionar una comunicación entre el interior y el exterior de la carcasa 44. La salida de aire 48 se abre, por ejemplo, en la misma superficie de la carcasa 44 en la que se abre la entrada de aire 46. En otras palabras, la unidad interior 53 succiona aire y expulsa aire a través de una superficie inferior o una superficie superior de la carcasa 44. El aire se succiona en y se expulsa de la carcasa 44 a través de la misma superficie de la carcasa 44. Con referencia a la FIG. 12, la entrada de aire 46 se abre en una porción central de la superficie inferior de la carcasa 44 y la salida de aire 48 se abre alrededor de la entrada de aire 46 en el modo de realización 12.

50 El intercambiador de calor 43 está dispuesto entre el ventilador centrífugo 1 y la salida de aire 48 y está dispuesto corriente abajo del ventilador centrífugo 1. El ventilador centrífugo 1 tiene el eje de rotación X y rota alrededor del eje de rotación X para enviar un fluido. El ventilador centrífugo 1 se acciona para rotar por el motor de ventilador 50. La boca acampanada 45 está dispuesta en parte del ventilador centrífugo 1 a través del que se succiona un fluido y guía el fluido que fluye a través de un conducto de entrada de aire 51 al ventilador centrífugo 1. La boca acampanada 45 incluye una porción que tiene una abertura que disminuye gradualmente en diámetro en una dirección desde su entrada contigua al conducto de entrada de aire 51 hacia el ventilador centrífugo 1. El depósito de drenaje 47 está dispuesto debajo del intercambiador de calor 43.

55 La carcasa 44 tiene el conducto de entrada de aire 51 y un conducto de salida de aire 52, que están divididos por un tabique, en la carcasa 44. El conducto de entrada de aire 51 está localizado en la parte inferior de la carcasa 44 y se comunica con la entrada de aire 46 para guiar el aire succionado a través de la entrada de aire 46 hacia la boca acampanada 45. El conducto de salida de aire 52 está localizado en la parte superior de la carcasa 44 y

65

se comunica con la salida de aire 48 para guiar el fluido expulsado del ventilador centrífugo 1 a la salida de aire 48.

5 Como se describe anteriormente, dado que la unidad interior 53 del aparato de aire acondicionado incluye el ventilador centrífugo 1, la unidad interior 53 del aparato de aire acondicionado logra una eficacia del ventilador mejorada para mejorar la eficacia de funcionamiento.

**Lista de signos de referencia**

- 10 1 ventilador centrífugo
- 2 placa principal
- 3 buje
- 15 3a orificio
- 4 aspa
- 20 4a superficie de succión
- 4b superficie de presión
- 4c extremo del lado de placa principal
- 25 4d extremo del lado de cubierta
- 4E línea de plano de corte
- 30 5 cubierta
- 5a superficie interior de cubierta
- 5b superficie exterior de cubierta
- 35 5c saliente
- 5d cara circunferencial exterior
- 40 6 borde de ataque
- 6a parte de conexión
- 6b rebajo
- 45 6c saliente
- 6d punta
- 50 8 borde de salida
- 40 unidad de fuente de calor
- 41 compresor
- 55 42 caja de control
- 43 intercambiador de calor
- 60 44 carcasa
- 45 boca acampanada
- 45a extremo
- 65 46 entrada de aire

## ES 2 942 991 T3

	47	depósito de drenaje
	48	salida de aire
5	49	tabique de conducto de aire
	50	motor de ventilador
10	51	conducto de entrada de aire
	52	conducto de salida de aire
	53	unidad interior
15	80	flujo circulante
	L1	tangente
20	L2	tangente
	L3	línea de referencia
	L6	tangente
25	L7	línea recta
	L8	tangente
30	O	centro
	X	eje de rotación
	$\theta_b$	ángulo
35	$\theta_h$	ángulo
	$\theta_q$	ángulo
40	$\theta_s$	ángulo

REIVINDICACIONES

1. Un ventilador centrífugo (1) que comprende:

- 5 - una placa principal (2);
- un aspa (4) conectada a la placa principal (2); y
- 10 - una cubierta (5) que tiene una conformación anular y conectada a un extremo del lado de cubierta (4d) del aspa (4) que es un extremo opuesto a un extremo del lado de placa principal (4c) del aspa (4) conectada a la placa principal (2),
- estando configurado el ventilador centrífugo (1) para rotar alrededor de un eje de rotación (X) para succionar un fluido a través de una abertura de la cubierta (5) y descargar el fluido a través del
- 15 aspa (4) en dirección radial,
- teniendo el aspa (4)
- un borde de ataque (6) que es un borde del aspa (4) localizado hacia adelante en dirección de
- 20 rotación, y
- un borde de salida (8) que es un borde opuesto al borde de ataque (6) y está localizado más lejos del eje de rotación (X) que el borde de ataque (6),
- 25 siendo una longitud del aspa (4) desde el borde de ataque (6) hasta el borde de salida (8) en una sección paralela a la placa principal (2) una longitud circunferencial, siendo una distancia entre un borde periférico de la placa principal (2) y un borde periférico de la cubierta (5) una altura de salida, estando localizada la parte del aspa (4) que tiene una longitud circunferencial más larga más cerca
- 30 de la cubierta (5) que un punto medio de la altura de salida,
- incluyendo el borde de ataque (6)
- un rebajo (6b) localizado junto a un punto P4 en el que una superficie interior de cubierta (5a) de la
- 35 cubierta (5) que se orienta hacia la placa principal (2) está conectada al borde de ataque (6), incluyendo el rebajo (6b) una parte de conexión (6a) que se extiende desde el punto P4 hacia el borde de salida (8) y definiendo una conformación similar a valle que tiene una parte inferior cuando el rebajo (6b) se ve desde el eje de rotación (X), y
- un saliente (6c) que está localizado más cerca de la placa principal (2) que el rebajo (6b), sobresaliendo el saliente (6c) en la dirección de rotación y teniendo una conformación de V invertida
- 40 con un pico cuando el saliente (6c) se ve desde el eje de rotación (X),
- siendo la altura de salida  $2h$ , siendo un punto P1\_1 un punto que es uno de los extremos opuestos del saliente (6c) y se localiza cerca de la placa principal (2), siendo un punto P3\_1 un punto que es
- 45 otro de los extremos opuestos y se localiza cerca de la cubierta (5), estableciéndose una distancia  $f1\_1$  entre el punto P1\_1 y la placa principal (2) para satisfacer  $0,05 \times 2h \leq f1\_1 \leq 0,2 \times 2h$ ,
- estableciéndose una distancia  $f3\_1$  entre el punto P3\_1 y la placa principal (2) para satisfacer  $0,8 \times$
- 50  $2h \leq f3\_1 \leq 1,3 \times 2h$ .

2. El ventilador centrífugo (1) de la reivindicación 1,

en el que una tangente L1 con respecto a la superficie interior de cubierta en el punto P4 y una tangente L2 con respecto al borde de ataque (6) en el punto P4 forman un ángulo de 90 grados o menos.

3. El ventilador centrífugo (1) de la reivindicación 2,

en el que un ángulo  $\theta_s$  formado por la tangente L1 y una línea recta L5 paralela al eje de rotación (X) y un ángulo  $\theta_b$  formado por la tangente L1 y la tangente L2 con respecto al borde de ataque (6) en el punto P4 se establecen para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s$ .

4. El ventilador centrífugo de la reivindicación 3,

en el que el ángulo  $\theta_s$  y el ángulo  $\theta_b$  se establecen para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_b < \theta_s/2$ .

5. El ventilador centrífugo de la reivindicación 3 o 4,

en el que el ángulo  $\theta_s$  se establece para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_s < 60 \text{ grados}$ .

- 5 6. El ventilador centrífugo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,  
 en el que un punto en el borde de ataque (6) de la parte que tiene la longitud circunferencial más larga es un punto P2\_1, y un cambio en la longitud circunferencial entre los puntos P2\_1 y P3\_1 que se asocia con un cambio en la distancia en una dirección a lo largo del eje de rotación (X) es mayor que un cambio en la longitud circunferencial entre los puntos P1\_1 y P2\_1 que se asocia con un cambio en la distancia en la dirección a lo largo del eje de rotación (X).  
 10
7. El ventilador centrífugo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,  
 en el que el saliente (6c) es uniformemente continuo con el rebajo.  
 15
8. El ventilador centrífugo de la reivindicación 7,  
 en el que el borde de ataque (6) tiene una conformación que incluye una conformación sinusoidal correspondiente a al menos la mitad de un ciclo de una curva sinusoidal cuando el borde de ataque (6) sobresale en dirección radial.  
 20
9. El ventilador centrífugo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,  
 en el que un punto en el que la superficie interior de cubierta (5) se conecta a una superficie de succión (4a) del aspa (4) que se orienta hacia el eje de rotación (X) en una sección que contiene el eje de rotación (X) es un punto Q, un ángulo formado en el punto Q entre una tangente L6 con respecto a la superficie interior de cubierta (5) y una línea paralela al eje de rotación (X) es un ángulo  $\theta_q$ , un ángulo formado entre la tangente L6 y una tangente L8 con respecto a la superficie de succión (4a) en Q es un ángulo  $\theta_h$ , y el ángulo  $\theta_h$  se establece para satisfacer  $0 \text{ grados} \leq \theta_h < \theta_q$ .  
 25  
 30
10. Un aparato de aire acondicionado  
 que comprende una unidad de fuente de calor (40) y una unidad del lado de carga,  
 35  
 incluyendo al menos una de la unidad de fuente de calor (40) y de la unidad del lado de carga el ventilador centrífugo (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. El aparato de aire acondicionado de la reivindicación 10,  
 40  
 en el que la unidad de fuente de calor (40) incluye un intercambiador de calor (43) y el ventilador centrífugo (1) en una carcasa (44),  
 en el que la carcasa (44) incluye un panel extraíble de una cara lateral de la carcasa (44), y  
 45  
 en el que la cara lateral con el panel extraído se usa como una entrada de aire o una salida de aire de la unidad de fuente de calor (40).

FIG. 1

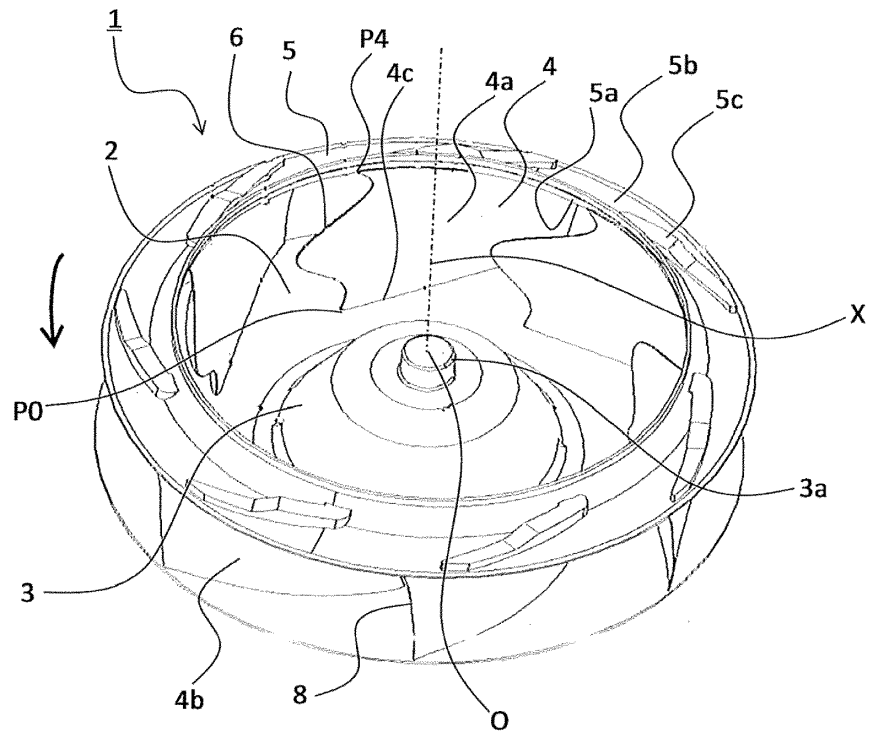


FIG. 2

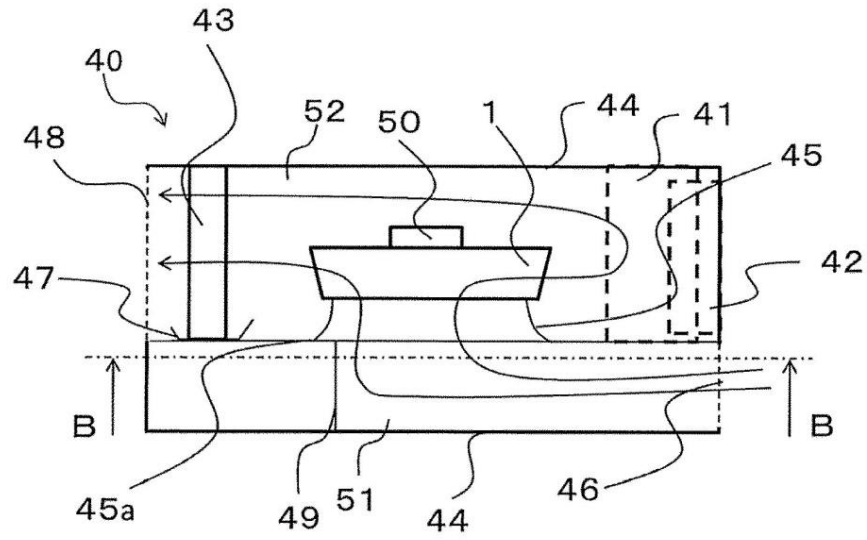


FIG. 3

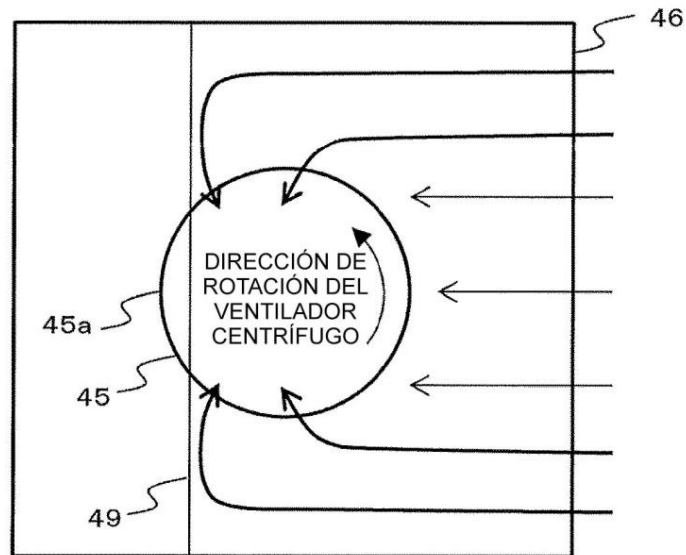


FIG. 4

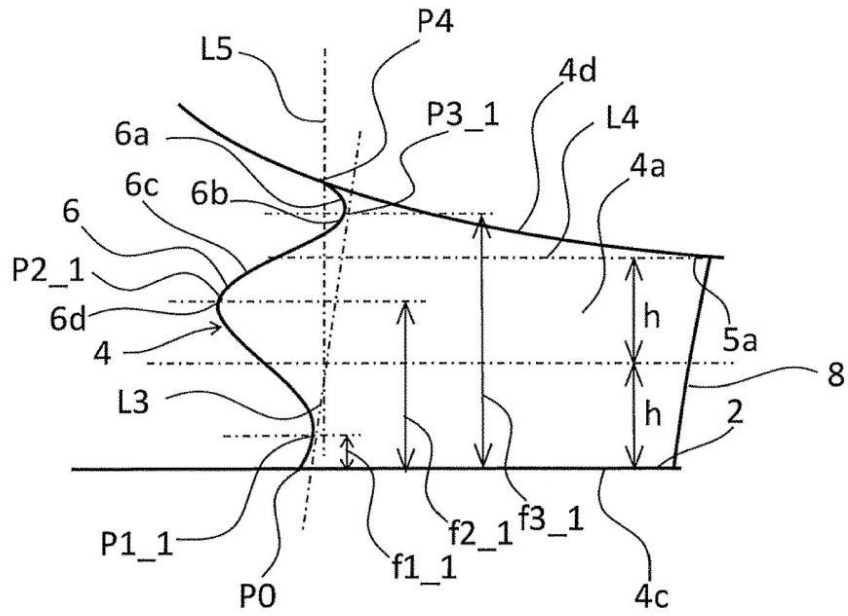


FIG. 5

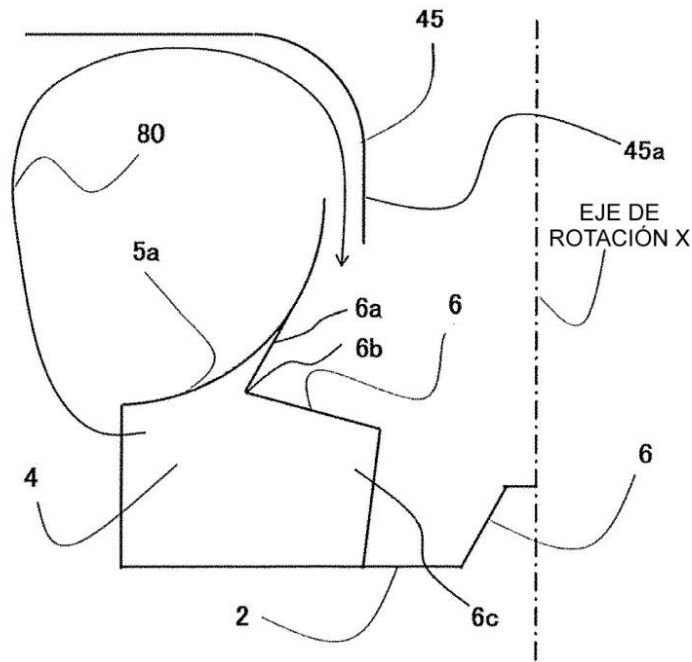


FIG. 6

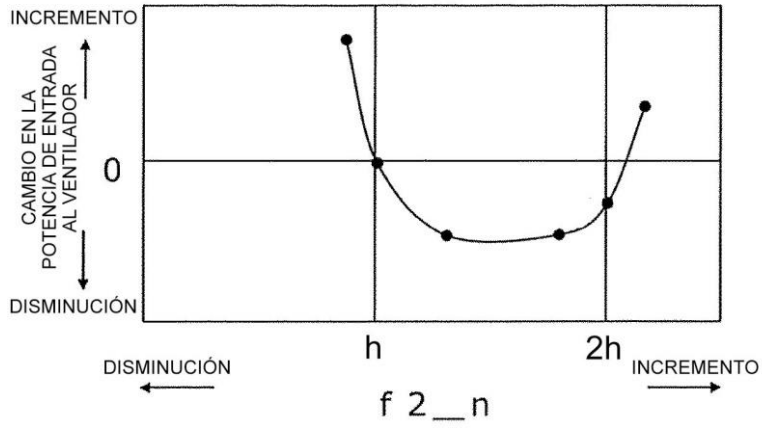


FIG. 7

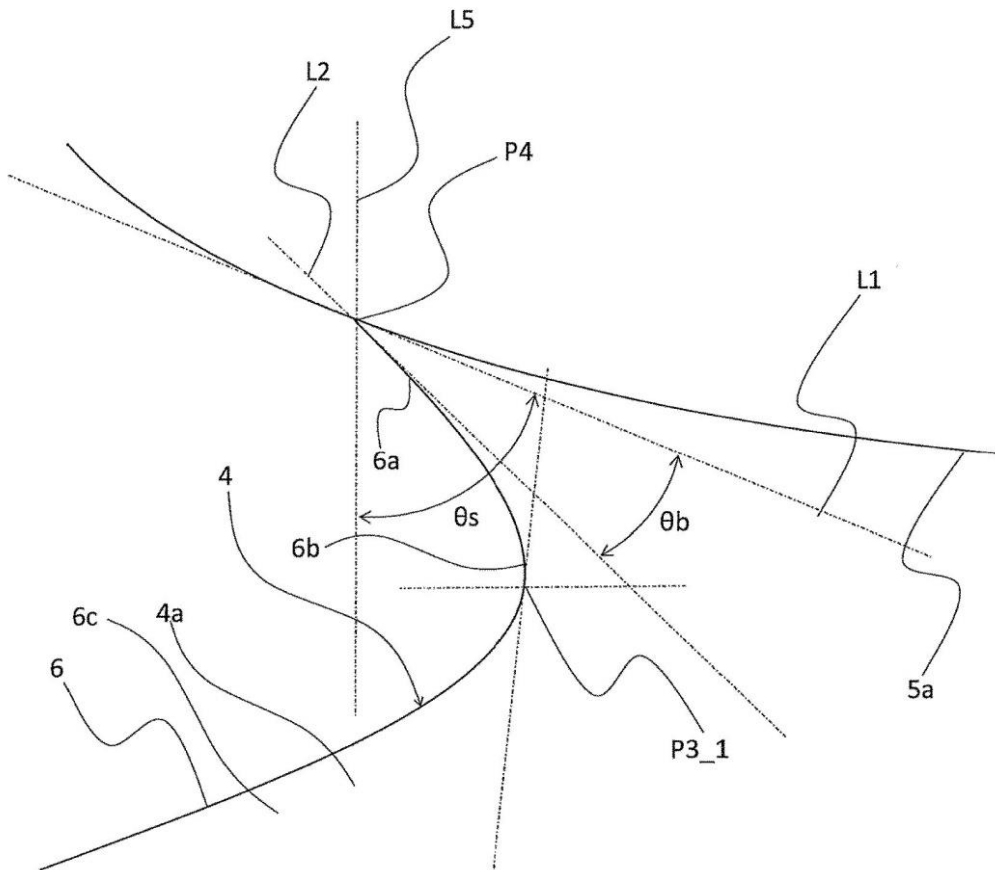


FIG. 8

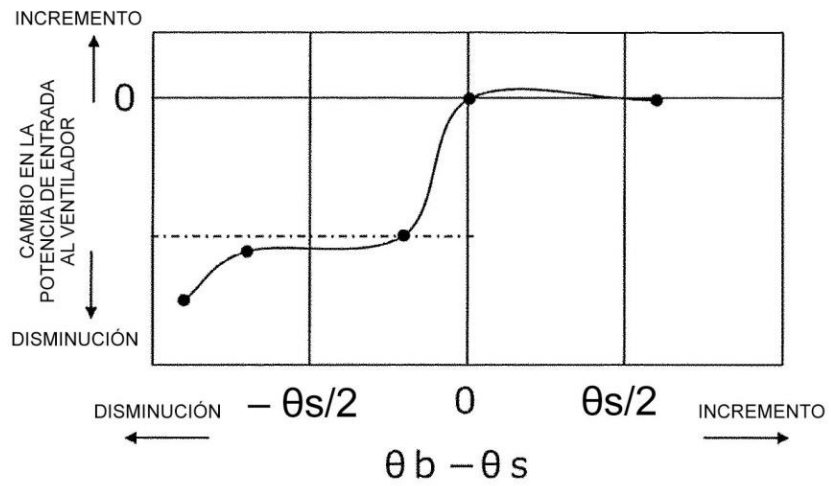


FIG. 9

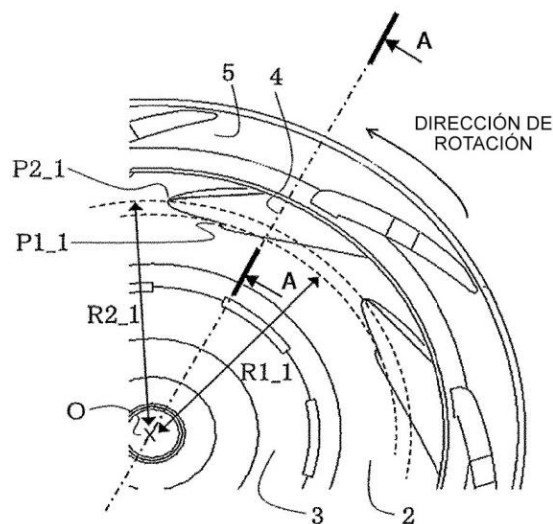


FIG. 10

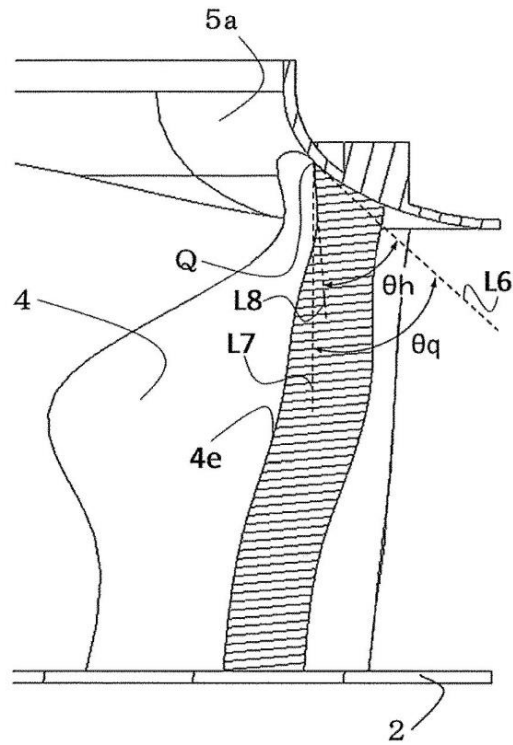


FIG. 11

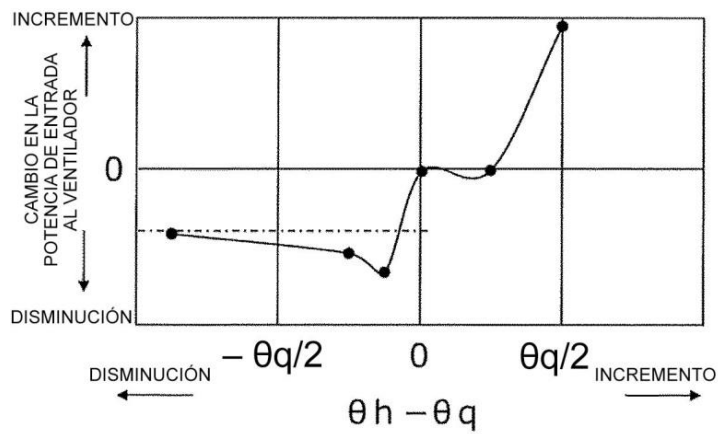


FIG. 12

