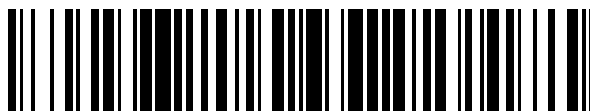


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 955**

51 Int. Cl.:

F04D 29/30 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2010 PCT/JP2010/001874**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2010 WO10143341**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2010 E 10785873 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2441963**

54 Título: **Turboventilador y aparato de aire acondicionado**

30 Prioridad:

11.06.2009 JP 2009139986

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

27.12.2017

73 Titular/es:

**mitsubishi electric corporation (100.0%)
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

**IKEDA, TAKASHI;
TADOKORO, TAKAHIDE;
TAKAGI, MASAHIKO y
KURIHARA, MAKOTO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 647 955 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

Turboventilador y aparato de aire acondicionado

La presente invención se refiere a un turboventilador y a un aparato de aire acondicionado, y, particularmente, a un turboventilador usado en un aparato de aire acondicionado que ejecuta operaciones de limpieza de aire, humidificación/deshumidificación, refrigeración/calefacción y similares, y a un aparato de aire acondicionado que hace uso del turboventilador.

Antecedentes técnicos

Hasta el momento, como ventilador soplante montado en un aparato de aire acondicionado del tipo oculto en el techo, se ha usado ampliamente un turboventilador en el cual un álabe de un ventilador se materializa con una forma tridimensional. Por ejemplo, se ha dado a conocer un álabe en el cual la posición de un extremo de unión en un lado de placa lateral desde un borde frontal a un borde posterior se desplaza en una dirección de rotación A con respecto a un extremo de unión con una placa principal (una línea virtual que conecta el borde frontal y el borde posterior está inclinada con respecto a una línea radial), y un extremo de cubierta en el lado del borde frontal del álabe está inclinado con respecto al lado de la dirección de rotación A (véase, por ejemplo, la referencia bibliográfica de patente 1).

Formando el turboventilador como se ha descrito anteriormente, una parte de extremo en el lado de la cubierta en el lado del borde frontal del álabe donde un componente de velocidad axial en el flujo entrante de aire resulta particularmente elevado, está inclinada con respecto al lado de la dirección de rotación A y sigue una dirección de flujo de entrada correspondiente al flujo entrante de aire, puede evitarse la separación de aire la cual se puede producir fácilmente en una dirección de contra-rotación y puede obtenerse una mejora en el rendimiento y en la reducción del ruido.

Además, se da a conocer un turboventilador, por ejemplo, en el cual una primera línea tangente, que es tangente al borde posterior en una posición de conexión (primera posición de conexión) entre la placa principal y una parte de borde posterior de un álabe, se extiende para acercarse a la cubierta en el lado de la dirección de rotación A del álabe, y una segunda línea tangente, que es tangente al borde posterior en una posición de conexión (segunda posición de conexión) entre la placa lateral y el álabe, se extiende para acercarse a la placa principal en el lado de la dirección de rotación A del álabe (véase, por ejemplo, la referencia bibliográfica de patente 2).

Formando el turboventilador tal como se ha descrito anteriormente, puede reducirse el ruido de turbulencia provocado por la diferencia de velocidad del flujo de aire en la salida del rodete.

Por otra parte, por ejemplo, se da a conocer un turboventilador con una parte de borde posterior serrada del álabe (véase, por ejemplo, la referencia bibliográfica de patente 3).

Formando el turboventilador tal como anteriormente, en comparación con aquellos que tienen una parte de borde posterior recta, se reducen el gradiente de presión y la pérdida de velocidad de un flujo de aire por la fusión de flujos en la parte extrema posterior, y se suprime el flujo turbulento lográndose, así, una reducción de ruido.

Lista de citas

Bibliografía de patente

Referencia bibliográfica de patente 1: patente japonesa n.º 3861008 (páginas 7 a 8, Fig. 5)

Referencia bibliográfica de patente 2: publicación de solicitud de patente japonesa pendiente de examen n.º 2007-205269 (páginas 5 a 6, Fig. 7)

Referencia bibliográfica de patente 3: patente japonesa n.º 3092554 (páginas 4 a 5, Fig. 1)

No obstante, un turboventilador convencional y un aparato de aire condicionado que use el turboventilador presentan los siguientes problemas.

(i) El turboventilador dado a conocer en la referencia bibliográfica de patente 1 es un álabe que tiene el extremo de la unión en la placa lateral junto a la unión con la placa principal desde el borde frontal al borde posterior, desplazado con respecto a la dirección de rotación A, y el borde frontal del álabe en el lado de la cubierta, inclinado con respecto al lado de la dirección de rotación A. Así, el álabe concuerda con la dirección del flujo entrante de aire, evitando la separación de aire que se produce fácilmente en el lado de la cubierta del borde frontal del álabe y la cara confrontada a la dirección de contra-rotación.

No obstante, puesto que el álabe completo está inclinado con respecto a la dirección de rotación A, el flujo de aspiración que fluye hacia el lado de aguas abajo, fluye fácilmente hacia el lado de la placa principal, y, debido a la separación de aire en las proximidades de la parte de borde posterior en el lado de la placa lateral del álabe, se genera un flujo turbulento o una región de baja velocidad de aire, y la distribución de velocidad del aire puede

resultar irregular.

Además, puesto que la cara confrontada a la dirección de rotación A del álabe está unida a la placa principal con un ángulo agudo, el flujo se concentra fácilmente en esta parte de unión (parte de esquina) y la velocidad del aire expulsado en el lado de la placa principal puede presentar una tendencia a aumentar.

- 5 Por lo tanto, el ruido se ve acentuado por el flujo turbulento y la distribución irregular de la velocidad del aire.

Por otra parte, puesto que, en una sección horizontal que corta el árbol rotativo del álabe en ángulo recto, el grosor del álabe en un radio arbitrario en torno a un centro de rotación O es el mismo en la dirección de altura del rodete, en el caso de un moldeo que use como material una resina termoplástica, tal como ABS o Ps, el álabe se hace macizo y su peso puede aumentar.

- 10 (ii) En el turboventilador dado a conocer en la referencia bibliográfica de patente 2, en una posición de conexión (primera posición de conexión) entre la placa principal y la parte de borde posterior del álabe, la primera línea tangente, que es tangente al borde posterior, se extiende hacia la dirección de rotación A del álabe para acercarse a la cubierta, y, en una posición de conexión (segunda posición de conexión) entre la placa lateral y el álabe, la segunda línea tangente, que es tangente al borde posterior, se extiende hacia el lado de la dirección de rotación A del álabe para aproximarse a la placa principal, y, en una vista lateral, la parte de borde posterior con un grosor uniforme se materializa con una forma sustancial de L.
- 15

Así, el flujo en la cara de la dirección de rotación A del álabe se concentra en el lado de la placa principal y en el lado de la placa lateral, haciendo difícil que el mismo fluya en las proximidades del centro. Además, debido a que la cara de la dirección de semi-rotación A del álabe tiene sustancialmente la misma forma de L que la de la cara de la dirección de rotación A, la distancia entre paletas de los álabes adyacentes es la misma en la dirección de la altura del rodete, y el flujo se concentra en el lado de la placa principal y el lado de la placa lateral en la cara de la dirección de rotación A. Por lo tanto, el flujo resulta inestable en las proximidades del centro en la dirección de la altura y puede producirse una separación de aire, lo cual podría provocar un aumento de ruido.

20

- 25 Por otra parte, puesto que, en una sección horizontal que corta el árbol rotativo del álabe en ángulo recto, el grosor del álabe en un radio arbitrario en torno a un centro de rotación O, es el mismo en la dirección de altura del rodete, en el caso de un moldeo que haga uso, como material, de una resina termoplástica, tal como ABS o Ps, el álabe se hace macizo y su peso puede aumentar.

- 30 (iii) En el turboventilador dado a conocer en la referencia bibliográfica de patente 3, puesto que la parte de borde posterior en el álabe está serrada, el gradiente de presión y la pérdida de velocidad del flujo de aire combinado que se fusiona en la parte de borde posterior se reducen en comparación con los correspondientes con una parte de borde posterior lineal, con lo cual se suprime el flujo turbulento y puede reducirse el ruido, pero la distribución irregular de velocidad del aire podría generar una región local de velocidad alta del aire.

- 35 El documento JP 2006-002689 da a conocer un ventilador en el cual, a lo largo del borde delantero del álabe del rodete en la dirección desde la superficie del cubo a la superficie de la cubierta, se proporcionan partes rebajadas y partes proyectadas.

La presente invención se realizó para hacer frente a los problemas anteriores y una de sus finalidades es obtener un turboventilador que pueda suprimir la separación de flujo de aire o flujo turbulento (generación de remolinos), y un aparato de aire acondicionado en el cual se monte el turboventilador.

- 40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un turboventilador tal como se define en la reivindicación independiente.

- 45 En el turboventilador según la presente invención, una cara exterior de álabe en un borde frontal de álabe tiene, en un intervalo próximo a la placa principal, una parte de faldón del borde frontal del lado de la placa principal, que se aproxima gradualmente al borde posterior del álabe y está inclinado para aproximarse al centro de rotación a medida que se aleja de la placa principal, una parte vertical del borde frontal del lado de la placa principal, continua con la primera, una parte inclinada del borde frontal del lado de la placa principal, inclinada en la dirección que se aleja desde el centro de rotación mientras se distancia gradualmente del borde posterior del álabe más que la parte vertical del borde frontal del lado de la placa principal a medida que se aleja de la placa principal, un borde frontal de álabe proyectante que continúa desde la parte inclinada del borde frontal del lado de la placa principal proyectándose en la dirección de alejamiento del centro de rotación lo más lejos desde el borde posterior de álabe a medida que se aleja de la placa principal, y el borde frontal de álabe del lado de la cubierta continuo con el borde frontal de álabe proyectante e inclinado en la dirección que se aleja desde el centro de rotación mientras se aproxima al borde posterior de álabe a medida que se aleja de la placa principal.
- 50

- 55 Es decir, el borde frontal de álabe tiene un "alabeo inverso hacia fuera" curvado en la dirección que se aleja del centro de rotación en la parte frontal que avanza en la dirección de rotación cerca de la placa principal y el intervalo que incluye el borde frontal de álabe proyectante. Así, se facilita la atracción del flujo aspirado.

Además, puesto que se proporciona la parte de faldón del borde frontal del lado de la placa principal (el ángulo formado con la placa principal es un ángulo obtuso), el aire que fluye en las proximidades de la placa principal fluye cerca del centro de la curva (sustancialmente correspondiente con la posición de unión entre la parte vertical del borde frontal del lado de la placa principal y la parte inclinada del borde frontal del lado de la placa principal), y puede evitarse la concentración del flujo en el lado de la placa principal. Así, se puede igualar la velocidad total del aire.

Además, en vista lateral, puesto que el punto extremo del borde frontal proyectante está más avanzado en la dirección de rotación en comparación con la parte vertical del borde frontal del lado de la placa principal (igual que un punto de curvatura del borde frontal), se obtiene una "forma de paleta triangular" que tiene, como vértice, el punto extremo del borde frontal proyectante, y, como dos laterales, el borde frontal de álabe del lado de la cubierta y el borde frontal de álabe proyectante (incluyendo la parte inclinada de borde frontal del lado de la placa principal), se genera un remolino vertical desde la cara periférica exterior del álabe a la cara periférica interior, que atrae el flujo a una cara interior del álabe, e incluso si cambia la resistencia del flujo del aire en el lado de aspiración, el flujo se suministra a la superficie del álabe por el remolino vertical y no se produce una separación de aire.

Tal como se ha descrito anteriormente, el turboventilador según la presente invención puede igualar la velocidad de aire que pasa entre álabes y evitar la separación de aire en la superficie de los álabes, y puede lograrse una reducción del ruido.

La invención se describirá, a título de ejemplo, en referencia a los dibujos adjuntos que se enumeran a continuación.

La Fig. 1 es una vista en sección longitudinal que ilustra esquemáticamente un aparato de aire acondicionado según la Realización 1 de la presente invención.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva que explica esquemáticamente un turboventilador según la Realización 2 de la presente invención.

La Fig. 3 es una vista en planta que explica esquemáticamente el turboventilador mostrado en la Fig. 2.

Las Figs. 4 son vistas laterales ampliadas para explicar esquemáticamente el turboventilador mostrado en la Fig. 2.

Las Figs. 5 son vistas en perspectiva que ilustran un borde frontal de álabe y un borde posterior de álabe del turboventilador mostrado en la Fig. 2.

La Fig. 6 es una vista en sección y en planta del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (la posición de un punto de curvatura del borde frontal de álabe).

Las Figs. 7 son vistas en sección y en planta del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (la posición de un punto extremo de borde frontal del lado de la placa principal).

La Fig. 8 es una vista en sección y en planta del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (la posición de un punto extremo de borde frontal proyectante).

La Fig. 9 es una vista en sección y en planta del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (borde frontal de álabe del lado de la cubierta).

La Fig. 10 es una vista en sección y en planta del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (punto extremo de borde frontal del lado de la cubierta).

La Fig. 11 es una vista en sección y lateral del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (la posición del punto de curvatura del borde frontal del álabe).

La Fig. 12 es una vista en sección y lateral del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (borde frontal de álabe del lado de la cubierta).

La Fig. 13 es una vista en sección y lateral del turboventilador mostrado en la Fig. 2 (borde frontal de álabe del lado de la cubierta).

La Fig. 14 es una vista en sección que ilustra el borde posterior de álabe del turboventilador mostrado en la Fig. 2.

La Fig. 15 es una vista ampliada que ilustra el borde posterior de álabe del turboventilador mostrado en la Fig. 2.

Realización 1: aparato de aire acondicionado

La Fig. 1 es una vista en sección longitudinal que ilustra esquemáticamente un aparato de aire acondicionado según la Realización 1 de la presente invención. En la Fig. 1, un aparato 100 de aire acondicionado del tipo oculto en el techo está oculto en una parte 19 de rebaje formada en una superficie 18 de techo de una sala 17, y tiene un cuerpo principal 10 de aparato de aire acondicionado, y un turboventilador 1 y un intercambiador 16 de calor contenidos en

el cuerpo principal 10 de aparato de aire acondicionado.

El cuerpo principal 10 de aparato de aire acondicionado es un receptáculo formado por una placa lateral 10b de cuerpo principal que forma un cuerpo cilíndrico que tiene una sección rectangular, y una placa superior 10a de cuerpo principal formada por un material de placa rectangular que cierra una de las caras extremas del cuerpo cilíndrico; un panel decorativo 11 está fijado de manera desmontable en una parte de abertura del receptáculo (una cara que se opone a la placa superior 10a de cuerpo principal). Es decir, la placa superior 10a de cuerpo principal está situada por encima de la superficie 18 de techo, y el panel decorativo 11 está situado sustancialmente en la misma superficie que la superficie 18 de techo.

En las proximidades del centro del panel decorativo 11, se ha formado una rejilla 11a de aspiración, la cual constituye una entrada de aire para el cuerpo principal 10 del aparato de aire acondicionado, y, en la rejilla 11a de aspiración, se ha dispuesto un filtro 12 que elimina polvo del aire que ha pasado a través de esta rejilla.

Por otro lado, a lo largo de cada lateral del panel decorativo 11, es decir, de manera que rodean la rejilla 11a de aspiración, se ha formado un puerto 11b de expulsión del panel, el cual constituye un puerto de expulsión de aire, y, en el puerto 11b de expulsión del panel, está instalada una paleta 13 de dirección del aire que ajusta la dirección de expulsión del mismo.

Un motor 15 de ventilador está instalado en el centro de la placa superior 10a de cuerpo principal, y el turboventilador 1 se coloca en el árbol rotativo del motor 15 de ventilador.

Entre la rejilla 11a de aspiración y el turboventilador 1, está dispuesta una boca acampanada 14 que forma un trayecto de aire aspirado desde dicha rejilla al turboventilador, y el intercambiador 16 de calor está dispuesto de manera que rodea (por ejemplo, con una forma sustancial de C en una vista en planta) el lado periférico exterior del turboventilador 1.

El intercambiador 16 de calor tiene aletas dispuestas de manera sustancialmente horizontal a intervalos predeterminados, y un tubo caloportador que penetra a través de las aletas, y el tubo caloportador está conectado a una unidad exterior mediante una canalización de conexión (no se muestra ninguna de ellas) a la cual se suministra un refrigerante enfriado un refrigerante calentado.

Por lo tanto, en el aparato 100 de aire acondicionado configurado según se ha descrito anteriormente, cuando se hace girar el turboventilador 1, el aire de la sala 17 es aspirado hacia la rejilla 11a de aspiración del panel decorativo 11. A continuación, el aire del cual se elimina el polvo en el filtro 12 es guiado hacia la boca acampanada 14 que forma una entrada 10c de cuerpo principal, y es aspirado al turboventilador 1.

En el turboventilador 1, el aire aspirado sustancialmente hacia arriba desde debajo es expulsado de forma sustancialmente horizontal. A continuación, al aire expulsado se le aplica un intercambio de calor o se ajusta su humedad mientras pasa a través del intercambiador 16 de calor, se cambia su dirección de flujo sustancialmente en sentido descendente, y es expulsado del puerto 11b de expulsión del panel hacia la sala 17. En este momento, la dirección del aire es controlada por la paleta 13 de dirección de aire en el puerto 11b de expulsión del panel.

Puesto que el turboventilador 1 es el mismo que el turboventilador de acuerdo con la Realización 2 de la presente invención, que se describirá de forma detallada por separado, puede obtenerse el aparato 100 de aire acondicionado con una alta calidad, un elevado rendimiento y un bajo ruido.

Es decir, si o bien el lado de la entrada 10c de cuerpo principal o el lado del puerto 11b de expulsión del panel del turboventilador 1, o ambos, tienen un cuerpo reductor de presión capaz de dejar pasar aire a través del mismo, y si el cuerpo reductor de presión capaz de dejar fluir aire, dispuesto en la entrada, es, por ejemplo, el filtro 12, incluso si se acumula polvo durante un funcionamiento prolongado y se incrementa la resistencia al flujo de aire, debido a que el borde frontal 4a de álabe está curvado, la separación de aire no se produce fácilmente y puede mantenerse un bajo ruido incluso en un funcionamiento prolongado. Además, si el cuerpo reductor de presión dispuesto en el puerto 11b de expulsión del panel es el intercambiador 16 de calor o un rotor de humidificación, por ejemplo, debido a que la distribución de velocidad del aire es uniforme, puede lograrse un intercambio de calor o una emisión de humedad eficaces en la totalidad del intercambiador 16 de calor o del rotor de humidificación. Además, incluso si la forma del intercambiador 16 de calor es sustancialmente cuadrada y las distancias entre el turboventilador 1 y el intercambiador 16 de calor no son uniformes, no se produce la separación de aire y puede obtenerse un bajo ruido (esto se describirá de forma más detallada por separado).

Realización 2: turboventilador

Las Figs. 2 a 15 explican esquemáticamente un turboventilador según la Realización 2 de la presente invención, en la cual la Fig. 2 es una vista en perspectiva, la Fig. 3 es una vista en planta, la Fig. 4(a) es una vista lateral ampliada de una sección parcial (considerada en la dirección de la flecha B mostrada en la Fig. 3), la Fig. 4(b) es una vista lateral ampliada de una sección parcial (considerada en la dirección de la flecha C mostrada en la Fig. 3), la Fig. 5(a) es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un borde frontal de álabe, la Fig. 5(b) es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un borde posterior de álabe, las Figs. 6 a 10 son, cada una de ellas,

vistas en sección y en planta, las Figs. 11 a 13 son, cada una de ellas, vistas en sección y laterales, la Fig. 14 es una vista lateral que ilustra el borde posterior de álabe, y la Fig. 15 es una vista ampliada que ilustra el borde posterior de álabe.

- 5 El turboventilador 1 que se describe como turboventilador montado en el aparato 100 de aire acondicionado (Realización 1) no limita la presente invención, y es un turboventilador montado en calidad de medios soplantes en diversos aparatos y dispositivos de aire acondicionado.

- 10 Para facilitar su comprensión, el lado superior en la figura será el lado de la sala 17. Es decir, puesto que se corresponde con un estado en el cual el turboventilador 1 se ha retirado de la superficie 18 de techo y la placa superior 10a de cuerpo principal se ha colocado en una superficie de suelo con la entrada 10c de cuerpo principal encarada hacia arriba, el aire es succionado desde la parte superior a la parte inferior de la figura. Además, en cada una de las figuras, a las partes iguales o correspondientes se les asignan los mismos numerales de referencia y se omitirá una parte de la descripción.

(Configuración completa)

- 15 En las Figs. 2 a 5, el turboventilador 1 está formado por una placa principal 2, que es un cuerpo giratorio en el cual la parte periférica exterior es plana y la parte central se está proyectando en forma de montaña, una cubierta sustancialmente anular 3 opuesta a la placa principal 2, y una pluralidad de álaves 4, estando unido un extremo de cada uno de ellos a la placa principal 2 y el otro extremo a la cubierta 3 (la misma que se había formado de manera integral).

- 20 La parte sombreada en las Figs. 2 y 3 indica un estado en el cual la cubierta 3 se ha retirado del álabe 4, es decir, se indica una cara límite de unión entre la cubierta 3 y el álabe 4.

En el centro de la placa principal 2 (equivalente a la zona superior de la parte proyectante con forma de montaña), se forma un relieve 2a, y el relieve 2a está fijado al árbol rotativo del motor 15 de ventilador (véase Fig. 1). En lo sucesivo en la presente, al centro del árbol rotativo se le hará referencia como "centro de rotación O".

- 25 La cubierta 3 tiene un borde superior que forma una entrada 1a de ventilador, y el diámetro interior de la cubierta va creciendo a medida que desciende alejándose de la entrada 1a de ventilador (acercándose a la placa principal 2).

- 30 Las cuatro partes (un borde inferior 3b de la cubierta 3 cuyo diámetro interior es el mayor (al que en lo sucesivo en la presente se hará referencia como "periferia exterior de la cubierta"), una periferia exterior opuesta 2b de la placa principal 2 (a la que en lo sucesivo, en la presente, se hará referencia como "periferia exterior de placa principal") y bordes posteriores 4b de álabe que son la parte más alejada del centro de rotación O en un par de álaves 4) están situadas en la misma cara cilíndrica virtual (a la que en lo sucesivo, en la presente, se hará referencia como "cilindro periférico exterior virtual"), y se forma la 1b (de manera más precisa, puesto que se forma con el par de álaves 4 levantados en ambos lados, si se proporcionasen siete álaves, en la circunferencia se formarían siete salidas 1b de ventilador).

(Álabe)

- 35 En las Figs. 2 a 5, el borde frontal 4a de álabe correspondiente al álabe 4 está situado a una distancia predeterminada con respecto al centro de rotación O, el borde posterior 4b de álabe está situado en el cilindro periférico exterior virtual, y una línea virtual que conecta el borde frontal 4a de álabe y el borde posterior 4b de álabe (a la que en lo sucesivo, en la presente, se hará referencia como "línea de cuerda") está inclinada con respecto a una línea radial desde el centro de rotación O.

- 40 Para facilitar la explicación, a la dirección en alejamiento con respecto al borde posterior 4b de álabe se le hará referencia como "dirección de rotación A (indicada mediante una flecha A en las figuras)" y a la dirección en alejamiento con respecto al borde frontal 4a de álabe se le hará referencia como "dirección de rotación inversa".

- 45 Una cara exterior 4c de álabe (correspondiente con una cara de presión positiva), que es la cara del álabe 4 alejada del centro de rotación O, se distancia con respecto al centro de rotación O a medida que se va hacia la dirección de contra-rotación. Y el borde posterior 4b de álabe correspondiente al álabe 4 está situado en la cara cilíndrica periférica exterior virtual.

- 50 Además, a una cara interior 4d de álabe (correspondiente con una cara de presión negativa), que es la cara del álabe 4 más próxima al centro de rotación O, se le asigna una distancia predeterminada con la cara exterior 4c de álabe (correspondiente al grosor del álabe 4) y su forma es similar a la cara exterior 4c de álabe. En este momento, la distancia predeterminada (correspondiente al grosor del álabe 4) aumenta en el centro entre el borde frontal 4a de álabe y el borde posterior 4b de álabe, y se reduce gradualmente hacia las dos partes de borde. Es decir, la sección recuerda a un perfil alar.

A una línea que indica una posición central de la cara exterior 4c de álabe y la cara interior 4d de álabe según un plano paralelo a la placa principal 2, se le hará referencia como "línea de alabeo horizontal P", y a una línea recta

que conecta un punto extremo del borde frontal 4a de álabe y un punto extremo del borde posterior 4b de álabe se le hará referencia como "línea de cuerda horizontal S".

(Parte de borde frontal de álabe)

5 La Fig. 4(a) es el álabe 4 visto desde el centro de rotación O hacia la dirección radial (la dirección de una flecha B mostrada en la Fig. 3 y sustancialmente la misma que la dirección perpendicular a una línea de cuerda horizontal S1), y la Fig. 4(b) es el álabe 4 visto en la dirección de la línea de cuerda horizontal S1 (la dirección de la flecha C mostrada en la Fig. 3).

10 El borde frontal 4a de álabe, desde la placa principal 2 a la cubierta 3, se divide aproximadamente en un borde frontal 4a1 de álabe del lado de la placa principal, un borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, y un borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta. El borde frontal 4a1 de álabe del lado de la placa principal se divide en una parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal, que es un intervalo perpendicular a la placa principal 2, una parte 41a1 de faldón de borde frontal del lado de la placa principal, que es un intervalo predeterminado contiguo a la placa principal 2, y una parte inclinada 42a1 de borde frontal del lado de la placa principal, que el extremo de la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal, doblado en un punto 4h de curvatura de borde frontal, conecta al borde frontal 4a3 de álabe, proyectante.

15 Las divisiones principales, tales como el borde frontal 4a1 de álabe del lado de la placa principal y similares, y las subdivisiones, tales como la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal y similares, son para facilitar la explicación, y el límite entre dos partes no es particularmente diáfano, y los intervalos respectivos no quedan limitados por los mismos.

20 Es decir, el borde frontal 4a de álabe, desde un punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal, que es una parte de unión con la placa principal 2, a la parte 41a1 de faldón de borde frontal del lado de la placa principal, se retrae gradualmente en la dirección del borde posterior 4b de álabe (en una dirección en la que la anchura del álabe se reduce), y, en la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal, en el intervalo desde el extremo de la parte 41a1 de faldón de borde frontal del lado de la placa principal al punto 4h de curvatura de borde frontal, es perpendicular a la placa principal 2.

25 La parte inclinada 42a1 de borde frontal del lado de la placa principal se dobla en el punto 4h de curvatura del borde frontal, avanza en una dirección opuesta al borde posterior 4b de álabe (en una dirección en la que la anchura del álabe aumenta), y, a continuación, se conecta con el borde frontal 4a3 de álabe, proyectante.

30 El borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, tiene una forma sustancial de arco, y el lado de la cubierta 3 del borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, conecta con el borde frontal 4a2 de álabe del lado de cubierta.

El borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta se distancia con respecto a la placa principal 2 a medida que se aproxima al borde posterior 4b de álabe y, a continuación, se conecta con la cubierta 3 en un punto extremo 4g del borde frontal del lado de la cubierta.

(Borde posterior de álabe)

35 El borde posterior 4b de álabe está situado en un cilindro virtual (cilindro periférico exterior virtual) formado por la periferia exterior 2b de placa principal y la periferia exterior 3b de cubierta, y se divide en un borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal y un borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta, desde la placa principal 2 a la cubierta 3. El borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal es un intervalo perpendicular a la placa principal 2. El borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta se dobla en un punto 4j de curvatura del borde posterior cuya distancia desde la placa principal 2 es sustancialmente la misma y está situado más allá en la dirección de contra-rotación (dirección en la cual aumenta la anchura del álabe 4) a medida que se aproxima a la cubierta 3 (equivale a "retraerse"), que, a continuación, se conecta con la cubierta 3 en un punto extremo 4b22 de borde posterior del lado de la cubierta.

(Forma en sección de la parte de borde frontal del lado de la placa principal)

45 Subsiguientemente se describirá de manera detallada la forma en sección del álabe. Las Figs. 6 a 10 ilustran una sección del álabe en un plano paralelo a la placa principal 2.

50 La Fig. 6 muestra una sección en el punto 4h de curvatura del borde frontal, es decir, la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal (igual al intervalo del borde frontal 4a de álabe perpendicular a la placa principal 2) y el punto 4j de curvatura del borde posterior (igual al intervalo del borde posterior 4b de álabe perpendicular a la placa principal 2).

El punto 4h de curvatura del borde frontal está situado en un punto con una distancia R (4h) con respecto al centro de rotación O. Además, el punto 4j de curvatura del borde posterior está situado en el cilindro periférico exterior virtual (con una distancia R (4j) desde el centro de rotación O), en una posición desplazada en la dirección de contra-rotación en un ángulo θ (4j) con respecto al punto 4h de curvatura del borde frontal.

En una cara proyectante que se proyecta en una dirección en alejamiento con respecto al centro de rotación O se forma una cara exterior 4c1 de álabe. Por otro lado, en una cara proyectante que se proyecta en una dirección cerca del centro de rotación O en un intervalo próximo al punto 4h de curvatura del borde frontal (que equivale a estar cerca del borde frontal 4a) se forma una cara interior 4d1 de álabe, y la misma se constituye en una cara rebajada que se retrae en una dirección en alejamiento con respecto al centro de rotación O, en un intervalo próximo al punto 4j de curvatura del borde posterior (que equivale a estar cerca del borde posterior 4b).

Es decir, puesto que el radio de curvatura de la cara exterior 4c1 de álabe, cuando se considera como un arco (en realidad no es un arco) es menor que el radio de curvatura de la cara interior 4d1 de álabe, cuando se considera como un arco (tampoco es realmente un arco), la cara exterior 4c1 de álabe presenta un mayor alabeo que la cara interior 4d1 de álabe en la sección horizontal.

En este momento, a la línea central entre la cara exterior 4c1 de álabe y la cara interior 4d1 de álabe se le hace referencia como "línea de alabeo horizontal P1", y a la línea recta que conecta el punto 4h de curvatura del borde frontal y el punto 4j de curvatura del borde posterior se le hace referencia como "línea de cuerda horizontal S1".

(Forma en sección de la parte de unión entre la parte de borde frontal del lado de la placa principal y la placa principal)

La Fig. 7(a) ilustra una forma en sección de una parte de unión entre el borde frontal 4a1 de álabe del lado de la placa principal y la placa principal 2, es decir, una sección en el punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal y el punto extremo 4b11 de borde posterior del lado de la placa principal, y la Fig. 7(b) es una vista ampliada en sección de una de sus partes.

El punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal se encuentra en una posición adelantada (equivalente a "avanzada" con respecto al punto 4h de curvatura del borde frontal en la dirección de rotación A, y se encuentra en una posición más en el lado de la periferia exterior. Es decir, el punto extremo está situado a una distancia R (4a11) que es mayor que la distancia R (4h) con respecto al centro de rotación O, y adelantado en la dirección de rotación A según el ángulo θ (4a11). Además, el punto extremo 4b11 de borde posterior del lado de la placa principal está situado en la misma fase que la correspondiente del punto 4j de curvatura del borde posterior. Por lo tanto, la anchura del álabe 4 en dicha posición es mayor en una fracción correspondiente al ángulo θ (4a11).

En una cara proyectante que se proyecta en una dirección en alejamiento con respecto al centro de rotación O se forma una cara exterior 4c11 de álabe. En este momento, el intervalo predeterminado de la cara exterior 4c11 de álabe próximo al punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal está desplazado (desviado) con respecto a la cara interior 4d1 de álabe (intervalo perpendicular a la placa principal 2), y el intervalo alejado del punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal es perpendicular a la placa principal 2 y es el mismo que la cara exterior 4c1 de álabe.

De manera similar, el intervalo predeterminado de la cara interior 4d11 de álabe cerca del punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal se forma en una cara proyectante que se proyecta en una dirección que se va aproximando al centro de rotación O, y el intervalo alejado del punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal es perpendicular a la placa principal 2 y es el mismo que la cara interior 4d1 de álabe.

La cara exterior 4c11 de álabe y la cara exterior 4c1 de álabe, así como la cara interior 4d11 de álabe y la cara interior 4d1 de álabe, están conectadas entre sí sin irregularidades y forman la parte 41a1 de faldón de borde frontal del lado de la placa principal.

(Forma en sección del borde frontal de álabe, proyectante)

La Fig. 8 es una sección en el borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, y una sección en el punto extremo 4b22 de borde posterior del lado de la cubierta.

El borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, está situado en una posición adelantada en la dirección de rotación A, y más en el lado de la periferia exterior con respecto al punto 4h de curvatura del borde frontal. En este momento, el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, situado en la periferia más exterior del borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, (equivalente a una posición avanzada al máximo en la dirección de rotación A) está situado a una distancia R (4f) mayor que la distancia R (4h) con respecto al centro de rotación O, y está avanzado en la dirección de rotación A en un ángulo θ (4f).

Es decir, en la medida en la que se alejan de la placa principal 2, la parte inclinada 42a1 de borde frontal del lado de la placa principal y el borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, se sitúan gradualmente en el "lado de la periferia exterior y el lado de la dirección de rotación A" con respecto al punto 4h de curvatura del borde frontal y continúan hacia el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, el cual es una posición avanzada al máximo en la dirección de rotación A.

Por otro lado, el punto extremo 4b22 de borde posterior del lado de la cubierta está situado en el cilindro periférico exterior, virtual, y está por detrás en la dirección de contra-rotación, a un ángulo θ (4b22). Es decir, el borde posterior

4b de álabe está constituido por el borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal, que es perpendicular a la placa principal 2, y el borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta, que se dobla en el punto 4j de curvatura del borde posterior y se retrae más en la dirección de contra-rotación (dirección en la que aumenta la anchura del álabe 4) a medida que se aproxima a la cubierta 3.

- 5 Por lo tanto, la anchura del álabe 4 en esta posición es mayor que la anchura de la sección en el punto 4h de curvatura del borde frontal (equivalente al punto 4h de curvatura del borde frontal) en una fracción correspondiente al ángulo " $(\theta(4f) + \theta(4b22))$ ".

- 10 En la cara proyectante que se proyecta en la dirección que se aleja del centro de rotación O se forma una cara exterior 4c3 de álabe. Por otro lado, la cara interior 4d3 de álabe, en el intervalo próximo al punto extremo 4f de borde frontal, proyectante (equivalente a estar próximo al borde frontal 4a), se forma en la cara proyectante que se proyecta en la dirección más próxima al centro de rotación O y, en el intervalo próximo al punto extremo 4b22 de borde posterior del lado de la cubierta (equivalente a estar próximo al borde posterior 4b), se forma en una cara rebajada que se retrae en la dirección que se aleja del centro de rotación O.

- 15 En este momento, a la línea central entre la cara exterior 4c3 de álabe y la cara interior 4d3 de álabe se le hace referencia como "línea de alabeo horizontal P3", y a la línea recta que conecta el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, y el punto extremo 4b22 de borde posterior del lado de la cubierta se le hace referencia como "línea de cuerda horizontal S3".

(Forma en sección del borde frontal de álabe del lado de la cubierta)

- 20 La Fig. 10 muestra una sección en el borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta. En la Fig. 9, si una posición predeterminada 4i del borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta presenta una distancia R (4i) con respecto al centro de rotación O y un ángulo $\theta(4i)$ retrocediendo en la dirección de contra-rotación con respecto al punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, cuanto más lejos esté la posición 4i con respecto al punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, más se retraerá la posición en la dirección de contra-rotación, y la posición se sitúa en la periferia exterior 2b de placa principal.

- 25 Es decir, cuanto más lejos esté la posición 4i con respecto a la placa principal 2 (que equivale a cuanto más cerca esté la posición de la cubierta 3), mayores resultarán gradualmente el ángulo $\theta(4i)$ y la distancia R (4i). Por lo tanto, el intervalo de la cara exterior 4c de álabe y la cara interior 4d de álabe cerca del borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta presenta una forma sustancialmente triangular doblada en una condición sustancial de arco.

- 30 A la línea que indica la cara exterior 4c de álabe y la cara interior 4d de álabe en la sección que incluye la posición 4i, se le hace referencia como cara exterior 4c2 de álabe y cara interior 4d2 de álabe, y a la línea central entre la cara exterior 4c2 de álabe y la cara interior 4d2 de álabe se le hace referencia como "línea de alabeo horizontal P2". En este momento, puesto que el lado alejado del centro de rotación O de la sección que incluye la posición 4i está en contacto con la cubierta 3, cuanto más alejada esté la posición 4i de la placa principal 2, menor resultará la longitud de la línea de alabeo horizontal P2.

- 35 **(Posición del punto extremo 4g de borde frontal del lado de la cubierta)**

La Fig. 10 muestra una sección en el borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta. En la Fig. 9, el punto extremo 4g de borde frontal del lado de la cubierta se retrae (está detrás) con respecto al punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, en la dirección de contra-rotación, con un ángulo $\theta(4g)$ a una distancia (4g) con respecto al centro de rotación O. Es decir, se cumple una relación de " $R(4i) < R(4g)$, $\theta(4i) < \theta(4g)$ ".

- 40 Resumiendo lo anterior, se cumplen las siguientes relaciones:

" $R(4a11) > R(4h)$ ",

" $R(4h) < R(4f) < R(4i) < R(4g)$ ",

" $\theta(4a11) \neq 0$ ",

" $\theta(4f) \neq 0$ "

- 45 " $0 \neq \theta(4i) < \theta(4g)$ ".

(Alabeo del borde frontal de álabe)

- 50 La Fig. 11 es una vista en sección para explicar el alabeo en el borde frontal 4a de álabe, que muestra una sección de una cara perpendicular a la placa principal 2 que pasa a través del punto 4h de curvatura del borde frontal (de forma más precisa, una sección perpendicular a la placa principal 2 y la línea de cuerda horizontal S1 (Véase Fig. 6)).

En la Fig. 11, a la línea perpendicular a la placa principal 2 que pasa a través del punto 4h de curvatura del borde frontal se le hace referencia como "línea perpendicular Q (4h)" y, para facilitar la explicación, sucede que la posición 4i está situada en la línea perpendicular Q (4h). A la línea central entre la cara exterior 4c de álabe y la cara interior 4d de álabe (indicada mediante una línea de trazos y puntos en la figura) se le hace referencia como "línea de alabeo perpendicular Q (4i)", y a la intersección entre la línea de alabeo perpendicular Q (4i) y la placa principal 2 se le hace referencia como punto 4a12 de alabeo de borde frontal del lado de la placa principal.

Puesto que el intervalo de la cara exterior 4c de álabe correspondiente a la parte 41a1 de faldón de borde frontal del lado de la placa principal se inclina más hacia dentro (hacia el lado derecho de la figura) a medida que se distancia alejándose de la placa principal 2, el ángulo de inclinación β (4a12) formado con la placa principal 2 es un ángulo obtuso (β (4a12) $> 90^\circ$). Por otro lado, puesto que el intervalo correspondiente a la parte 41a1 de faldón del borde frontal del lado de la placa principal de la cara interior 4d de álabe es sustancialmente perpendicular a la placa principal 2, el ángulo de inclinación δ (4a12) formado con la placa principal 2 es aproximadamente 90° (δ (4a12) $\cong 90^\circ$).

Por lo tanto, la línea de alabeo perpendicular Q (4i) se inclina más hacia dentro a medida que se distancia alejándose de la placa principal 2 en el intervalo correspondiente a la parte 41a de faldón de borde frontal del lado de la placa principal cerca de la placa principal 2. Puesto que la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal, que está más alejada de la placa principal 2, es perpendicular a la placa principal 2, dicha parte coincide con la línea perpendicular Q (4h).

Por otro lado, en la parte inclinada 42a1 de borde frontal del lado de la placa principal, la línea de alabeo perpendicular Q (4i) se inclina más hacia fuera cuanto más alejada está de la placa principal 2 con respecto a la línea perpendicular Q (4h) y su inclinación se hace gradualmente mayor cuanto más alejada está de la placa principal 2, y, en el borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, el ángulo de alabeo α (4i) es sustancialmente constante.

Por lo tanto, en cuanto al álabe 4, en las proximidades del borde frontal 4a de álabe, la cara exterior 4c de álabe se alabea en mayor medida que la cara interior 4d de álabe (si se toma un arco como aproximación, el radio de curvatura de la primera es menor que el radio de curvatura de la última).

(Alabeo de la parte intermedia del álabe)

La Fig. 12 es una vista en sección para explicar el alabeo en la parte intermedia del álabe, y muestra una sección de un plano perpendicular a la placa principal 2 que pasa a través del punto extremo 4g de borde frontal del lado de la cubierta (de manera más precisa, una sección perpendicular a la placa principal 2 y a la línea de cuerda horizontal S1 (Véase Fig. 6)).

En la Fig. 12, en el plano de la placa principal 2 y la línea de cuerda horizontal S1 que pasa a través del punto extremo 4g de borde frontal del lado de la cubierta, a la posición que presenta la misma distancia con respecto a la placa principal 2 que la correspondiente del punto 4h de curvatura del extremo frontal se le hace referencia como "punto 4e de curvatura intermedio".

En este momento, con el punto 4e de curvatura intermedio como límite, la parte intermedia del álabe 4 se divide aproximadamente en una parte intermedia 4e1 de álabe del lado de la placa principal, próxima a la placa principal 2, y una parte intermedia 4e2 de álabe del lado de la cubierta, en el lado de la cubierta 3. Además, la parte intermedia 4e1 de álabe del lado de la placa principal se divide reducidamente en una parte 41e1 de faldón intermedio del lado de la placa principal, que es un intervalo predeterminado próximo a la placa principal 2, y una parte vertical intermedia 40e1 del lado de la placa principal, que es un intervalo perpendicular a la placa principal 2 en alejamiento con respecto a la placa principal 2.

La parte 41e1 de faldón intermedio del lado de la placa principal, la parte vertical intermedia 40e1 del lado de la placa principal y la parte intermedia 4e2 de álabe del lado de la cubierta están en continuación mutua sin irregularidades, y sus límites (punto 4e de curvatura intermedio) no quedan restringidos por ellas. Además, a la línea perpendicular a la placa principal 2 que pasa a través del punto 4e de curvatura intermedio se le hace referencia como línea perpendicular Q (4e). Asimismo, a la línea central entre la cara exterior 4c de álabe y la cara interior 4d de álabe (indicada por una línea de trazos y puntos en la figura) se le hace referencia como "línea de alabeo perpendicular Q (4g)", y a la intersección entre la línea de alabeo perpendicular Q (4g) y la placa principal 2 se le hace referencia como punto 4a13 de alabeo intermedio del lado de la placa principal.

Puesto que, en el intervalo de la parte 41e1 de faldón intermedio del lado de la placa principal de la cara exterior 4c de álabe cerca de la placa principal 2, la línea de alabeo perpendicular Q (4g) se inclina más hacia dentro (hacia el lado derecho en la figura) a medida que se distancia alejándose de la placa principal 2, el ángulo de inclinación β (4a13) formado con la placa principal 2 es un ángulo obtuso (β (4a13) $> 90^\circ$). Por otro lado, puesto que el intervalo correspondiente a la parte vertical intermedia 40e1 del lado de la placa principal de la cara interior 4d de álabe es sustancialmente perpendicular a la placa principal 2, el ángulo de inclinación δ (4a13) formado con la placa principal 2 es aproximadamente 90° (δ (4a13) $\cong 90^\circ$).

Asimismo, la línea de alabeo perpendicular Q (4g) se inclina más hacia dentro a medida que se distancia alejándose de la placa principal 2 en el intervalo cerca de la placa principal 2. Puesto que la parte vertical intermedia 40e1 del lado de la placa principal, que está más lejos de la placa principal 2, es perpendicular a la placa principal 2, dicha parte coincide con la línea perpendicular Q (4e).

Por otro lado, en la parte intermedia 4e2 de álabe del lado de la cubierta, la línea de alabeo perpendicular Q (4g) se inclina más hacia fuera cuanto más alejada está de la placa principal 2 con respecto a la línea perpendicular Q (4h), y su inclinación se hace gradualmente mayor cuanto más alejada está de la placa principal 2, y, en el intervalo cerca de la cubierta 3, el ángulo de alabeo α (4g) es sustancialmente constante.

El ángulo de alabeo α (4i) de la línea de alabeo perpendicular Q (4i) en el borde frontal 4a de álabe (de manera más precisa, en la posición correspondiente al punto 4h de curvatura del borde frontal) es mayor que el ángulo de alabeo α (4g) de la línea de alabeo perpendicular Q (4g) en el punto 4e de curvatura intermedio (la posición correspondiente al punto extremo 4g de borde frontal del lado de la cubierta). Es decir, se cumple una relación de " α (4i) > α (4g)".

Es decir, cuanto más cerca está el álabe 4 del centro de rotación O (borde frontal 4a de álabe), mayor se va haciendo gradualmente el ángulo de alabeo en el intervalo alejado de la placa principal 2.

(Acción/efecto en la parte de borde frontal del álabe)

(a) Puesto que el intervalo próximo al borde frontal 4a de álabe está conformado de manera que la cara exterior 4c1 de álabe se alabea en mayor medida que la cara interior 4d1 de álabe en vista en planta (correspondiente al estado en el que el radio de curvatura de la primera es menor que el radio de curvatura de la última), se facilita la atracción del flujo aspirado que atrae el turboventilador 1.

(b) Puesto que el punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal tiene el punto extremo 4a11 de borde frontal del lado de la placa principal avanzando en la dirección de rotación A desde la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal (equivalente al punto 4h de curvatura del borde frontal) y está situado más alejado desde el centro de rotación O en vista en planta, y el ángulo de inclinación β (4a12) formado por la parte 41a1 de faldón de borde frontal del lado de la placa principal y la placa principal 2 es un ángulo obtuso en vista lateral, el aire que fluye hacia las proximidades de la placa principal 2 fluye hacia la placa principal 2, y la parte más rebajada en el área central en la dirección de la altura del rodete donde se curva en una forma de rebaje, evita la concentración de flujo en el lado de la placa principal 2 e iguala la velocidad del aire total.

(c) En vista en planta, debido a que se puede considerar que el radio de curvatura de la cara interior 4d de álabe es mayor que el radio de curvatura de la cara exterior 4c de álabe, el ángulo de ataque con el flujo que fluye hacia el borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta se reduce y el aire fluye entrando de manera suave, con lo cual se evita la separación del aire y apenas se produce un flujo turbulento.

(d) En vista lateral, puesto que el ángulo de alabeo α (4i) de la línea de alabe perpendicular Q (4i) se hace mayor (α (4i) > α (4g)) a medida que se aproxima al lado de la dirección de rotación A (más cerca del centro de rotación O), el borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta y el borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, presentan un mayor alabeo (inclinación), cuanto más cerca están del lado de la dirección de rotación A.

Asimismo, puesto que, en vista en planta, el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, está más avanzado en la dirección de rotación A que el punto 4h de curvatura del borde frontal, y está situado más lejos del centro de rotación O, y, en vista lateral, el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, está más avanzado en la dirección de rotación A que la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal (equivalente al punto 4h de curvatura del borde frontal), se obtiene una "forma de álabe triangular" que tiene, como vértice, el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, y, como dos lados, el borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta y el borde frontal 4a3 de álabe proyectante (incluyendo la parte inclinada 42a1 de borde frontal del lado de la placa principal).

(e) El aire empujado por la cara exterior 4c de álabe, que es el lado de presión positiva, genera un remolino vertical que va hacia la cara interior 4d de álabe, que es el lado de presión negativa, atrae el flujo hacia la cara interior 4d de álabe, e, incluso si la resistencia al flujo de aire cambia en el lado de aspiración, debido a que el flujo suministrado a la superficie del álabe (la cara interior 4d de álabe y la cara exterior 4c de álabe) es un remolino vertical, el aire no se separa.

(f) Como consecuencia de lo anterior, debido a que puede lograrse una igualación de la velocidad del aire que pasa entre los álabes 4 y se evita la separación de aire en la superficie de los álabes, puede materializarse una reducción del ruido.

(g) Asimismo, en vista en planta, el ángulo θ 1 formado por la línea de cuerda horizontal S1 (Véase Fig. 6) que conecta el punto 4h de curvatura del borde frontal y el punto 4j de curvatura del borde posterior, y la línea de cuerda horizontal S3 (véase la Fig. 8) que conecta el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, y el punto extremo

4b22 de borde posterior del lado de la cubierta, es inferior a 10° ($0^\circ < \theta_1 < 10^\circ$), y el punto extremo 4f de borde frontal, proyectante, se forma de manera que avanza en la dirección de rotación A con respecto a la parte vertical 40a1 de borde frontal del lado de la placa principal. Así, se reduce la región de aspiración del álabe, y no se producen perturbaciones en la región de aspiración. Además, puesto que la longitud de transferencia, de aguas abajo, del remolino vertical, remolino generado en las proximidades de la parte curvada de la parte inclinada 42a1 de borde frontal del lado de la placa principal y del borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta que tienen entre ellos el borde frontal 4a3 de álabe, proyectante, (punto extremo 4f de borde frontal, proyectante), no es demasiado grande, se genera un remolino estable, y, puesto que el flujo es estable y no existen perturbaciones en el mismo, puede lograrse una reducción del ruido.

10 (Estructura en sección del álabe)

La Fig. 13 es una vista en sección que explica esquemáticamente la estructura en sección del álabe. En cuanto al álabe 4, en el intervalo en el lado de la placa principal 2 de la línea que conecta el punto 4h de curvatura del borde frontal y el punto 4j de curvatura del borde posterior, la cara interior 4d de álabe es sustancialmente perpendicular a la placa principal, mientras que la cara exterior 4c de álabe está inclinada con respecto al lado del centro de rotación O a medida que se aleja de la placa principal 2. Es decir, el grosor del álabe, que es la distancia entre la cara interior 4d de álabe y la cara exterior 4c de álabe, se reduce (equivalente a ahusarse) a medida que se aleja de la placa principal 2.

Esto es lo mismo que el aumento de la distancia entre la cara exterior 4c de álabe correspondiente al álabe 4 y la cara interior 4d de álabe correspondiente a otro álabe 4 adyacente a dicho álabe a medida que se aleja de la placa principal 2, y, por lo tanto, puede evitarse la concentración de flujo en la placa principal 2 y se iguala la velocidad del aire, y puede obtenerse una reducción del ruido.

Además, el álabe 4 tiene una estructura hueca con la cual se forma una cavidad 4v en el interior, abierta en la cara inferior de la placa principal 2. Por lo tanto, en comparación con el álabe 4 que tiene una estructura maciza, puede lograrse una reducción del peso. Además, puesto que el intervalo del álabe 4 cerca de la placa principal 2 se constituye con una estructura doble realizada con un material en forma de placa que tiene sustancialmente el mismo grosor que el correspondiente de la placa principal 2 ó de la cubierta 3, el turboventilador 1 se puede moldear íntegramente de manera más sencilla por medio de una resina.

(Borde posterior del álabe)

Las Figs. 14 y 15 explican esquemáticamente el borde posterior del álabe, en donde la Fig. 14 es una vista lateral y la Fig. 15 es una vista ampliada, obtenida por la ampliación de un cilindro virtual periférico, exterior, en un plano.

En las Figs. 14 y 15, el borde posterior 4b de álabe está situado en el cilindro periférico exterior virtual (equivalente al cilindro virtual que conecta la periferia exterior 2b de placa principal y la periferia exterior 3b de cubierta). El borde posterior de álabe se puede dividir aproximadamente en el borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal, que está más cerca de la placa principal 2 con una inclinación menor con respecto a la placa principal 2, y el borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta, que está más cerca de la cubierta 3 situado más (se retrae) en la dirección de contra-rotación (se retrae) a medida que se aproxima a la cubierta 3. El límite entre los dos no es particularmente claro, y las posiciones del límite no están limitadas por los mismos.

En la Fig. 15, en el intervalo correspondiente al borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal, al ángulo formado por la cara exterior 4c de álabe y la placa principal 2 se le hace referencia como ángulo de inclinación β (4b1) y al ángulo formado por la cara interior 4d de álabe y la placa principal 2 se le hace referencia como ángulo de inclinación δ (4b1). En este momento, puesto que el ángulo de inclinación β (4b1) es un ángulo obtuso y el ángulo de inclinación δ (4b1) es un ángulo cerrado (β (4b1) $> 90^\circ > \delta$ (4b1)), el borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal tiene una forma sustancialmente trapezoidal, siendo más ancho el lado que está más cerca de la placa principal 2.

Además, en el intervalo correspondiente al borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta, al ángulo formado por la cara exterior 4c de álabe y la cubierta 3 se le hace referencia como ángulo de inclinación β (4b2), y al ángulo formado por la cara interior 4d de álabe y la cubierta 3 se le hace referencia como ángulo de inclinación δ (4b2). En este momento, puesto que el ángulo de inclinación β (4b2) es sustancialmente igual al ángulo de inclinación δ (4b2), el borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta tiene una forma sustancialmente rectangular.

Por otra parte, haciendo una aproximación de la cara exterior 4c de álabe en el intervalo próximo a la placa principal 2 del borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal, a una línea recta, y haciendo una aproximación de la cara exterior 4c de álabe en el intervalo próximo a la cubierta 3 del borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta, a una línea recta, y en referencia a la intersección de estas dos líneas rectas como "punto 4kc de curvatura del borde posterior de la cara exterior", la cara exterior 4c de álabe está curvada con un ángulo de curvatura ϕ (4kc) en torno al punto de curvatura 4kc del borde posterior de la cara exterior.

De manera similar, haciendo una aproximación de la cara interior 4d de álabe en el intervalo próximo a la placa principal 2 del borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal, a una línea recta, y haciendo una aproximación de la cara interior 4d de álabe en el intervalo próximo a la cubierta 3 del borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta, a una línea recta, y haciendo referencia a la intersección de estas dos líneas rectas como

5 “punto 4kd de curvatura del borde posterior de la cara interior”, la cara interior 4d está curvada con un ángulo de curvatura ϕ (4kd) en torno al punto 4kd de curvatura del borde posterior de la cara interior. En este momento, se cumplen las siguientes relaciones:

$$\phi(4kc) = \beta(4b1) + \beta(4b2),$$

$$\phi(4kd) = \delta(4b1) + \delta(4b2),$$

$$10 \quad "180^\circ > \phi(4kc) > \phi(4kd)".$$

Por otra parte, el punto 4kc de curvatura del borde posterior de la cara exterior está situado en una posición avanzada hacia la dirección de rotación A con respecto al punto 4kd de curvatura del borde posterior de la cara interior.

(Acción/efecto en la parte de borde posterior del álabe)

15 (A) En la cara exterior 4c de álabe, el álabe 4 está curvado en el punto 4kc de curvatura del borde posterior de la cara exterior, y el borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal se encuentra en un estado erguido con respecto al borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta. Por lo tanto, la forma completa se retrae en la dirección de rotación A, y, cuando una parte del flujo va hacia el lado de la cubierta 3 por el gradiente de presión desde la placa principal 2 al lado de la cubierta 3, la presión del lado de la placa principal 2 se eleva con respecto al

20 lado de la cubierta 3. Así, el flujo es atraído más hacia el lado de la cubierta 3, e, incluso si se producen fluctuaciones de la resistencia al flujo de aire, en el borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta apenas se genera una región en la que se produce separación del aire.

(B) Tal como se ha descrito anteriormente, el borde posterior 4b1 de álabe del lado de la placa principal tiene una forma sustancialmente trapezoidal, siendo más ancho el lado que está más cerca de la placa principal 2, la cara exterior 4c de álabe es sustancialmente perpendicular a la placa principal 2, y la cara interior 4d de álabe está inclinada, y, por lo tanto, una parte del flujo que va hacia el lado de la placa principal 2 donde el flujo puede concentrarse fácilmente se mueve en las direcciones del punto 4kd de curvatura del borde posterior de la cara interior y la cubierta 3. Como consecuencia, en la salida 1b del ventilador ya no se produce un flujo local de alta velocidad, la distribución de velocidad del aire se iguala, y el flujo se estabiliza contra las fluctuaciones de la resistencia al flujo del aire. Por lo tanto, pueden lograrse una reducción del ruido y resistencia contra perturbaciones, y la calidad se mejora y se estabiliza.

25

30

(C) El borde posterior 4b2 de álabe del lado de la cubierta se sitúa más en la dirección de contra-rotación (se retrae) a medida que se aproxima a la cubierta 3. Es decir, en la Fig. 8, el ángulo θ_2 formado por una línea radial M1 que conecta el centro de rotación O y el punto 4j de curvatura del borde posterior (igual al punto extremo 4b11 del borde posterior del lado de la placa principal) y una línea radial M3 que conecta el centro de rotación O y el punto extremo 4b22 del borde posterior del lado de la cubierta, es de “5° a 10°”.

35

Por lo tanto, si el ángulo θ_2 es demasiado pequeño, el flujo en dirección hacia el lado de la placa principal 2 en la cara exterior 4c del álabe se concentra. Por otro lado, si el ángulo θ_2 es demasiado grande, el flujo es atraído hacia el lado de la cubierta 3 de manera excesiva provocando que la velocidad del aire en el lado de la cubierta 3 llegue a un valor alto, y se hace que la distribución de la velocidad del aire sea irregular, con lo que se incrementa el ruido. Es decir, si el ángulo θ_2 está en el anterior intervalo ($5^\circ < \theta_2 < 10^\circ$), la distribución de la velocidad del aire se iguala, y, puesto que no hay ninguna región particular de velocidad alta, puede obtenerse una reducción del ruido.

40

En el turboventilador de acuerdo con la presente invención, puesto que se suprimen la separación del flujo de aire y el flujo turbulento (generación de remolinos), y puede lograrse una reducción del ruido, el turboventilador puede montarse ampliamente en diversos dispositivos provistos de medios sopladores, incluyendo varios tipos de aparatos de aire acondicionado.

45

Lista de referencias

1 turboventilador (Realización 2), 1a entrada de ventilador, 1b salida de ventilador, 2 placa principal, 2a relieve, 2b periferia exterior de la placa principal, 3 cubierta, 3b periferia exterior de la cubierta, 4 álabe, 4a borde frontal de álabe, 4a1 borde frontal de álabe del lado de la placa principal, 4a11 punto extremo del borde frontal del lado de la placa principal, 4a12 punto de alabeo del borde frontal del lado de la placa principal, 4a13 punto de alabeo intermedio del lado de la placa principal, 4a2 borde frontal de álabe del lado de la cubierta, 4a3 borde frontal de álabe, proyectante, 4b borde posterior del álabe, 4b1 borde posterior de álabe del lado de la placa principal, 4b11 punto extremo de borde posterior del lado de la placa principal, 4b2 borde posterior de álabe del lado de la cubierta, 4b22 punto extremo de borde posterior del lado de la cubierta, 4c cara exterior de álabe, 4c1 cara exterior de álabe,

50

55

- 4c11 cara exterior de álabe, 4c2 cara exterior de álabe, 4c3 cara exterior de álabe, 4d cara interior de álabe, 4d1 cara interior de álabe, 4d11 cara interior de álabe, 4d2 cara interior de álabe, 4d3 cara interior de álabe, 4e punto de curvatura intermedio, 4e1 parte intermedia de álabe del lado de la placa principal, 4e2 parte intermedia de álabe del lado de la cubierta, 4f punto extremo de borde frontal, proyectante, 4g punto extremo de borde frontal del lado de la cubierta, 4h punto de curvatura del borde frontal, 4i posición (en el borde frontal 4a2 de álabe del lado de la cubierta), 4j punto de curvatura del borde posterior, 4kc punto de curvatura de borde posterior de la cara exterior, 4kd punto de curvatura del borde posterior de la cara interior, 4v cavidad, 10 cuerpo principal de aparato de aire acondicionado, 10a placa superior de cuerpo principal, 10b placa lateral de cuerpo principal, 10c entrada de cuerpo principal, 11 panel decorativo, 11a rejilla de aspiración, 11b puerto de expulsión del panel, 12 filtro, 13 paleta de dirección de aire, 14 boca acampanada, 15 motor de ventilador, 16 intercambiador de calor, 17 sala, 18 superficie de techo, 19 parte de rebaje, 40a parte vertical de borde frontal del lado de la placa principal, 40e parte vertical intermedia del lado de la placa principal, 41a parte de faldón de borde frontal del lado de la placa principal, 41e parte de faldón intermedio del lado de la placa principal, 42a parte inclinada de borde frontal del lado de la placa principal, α ángulo de alabeo, β ángulo de inclinación, δ ángulo de inclinación, θ ángulo, $\theta 1$ ángulo, $\theta 2$ ángulo, ϕ ángulo de curvatura, 100 aparato de aire acondicionado (Realización 1), A dirección de rotación, M1 línea radial, M3 línea radial, O centro de rotación, P1 línea de alabeo horizontal (posición del punto de curvatura del borde frontal), P11 línea de alabeo horizontal (posición del punto extremo del borde frontal del lado de la placa principal), P2 línea de alabeo horizontal (posición del borde frontal de álabe del lado de la cubierta), P3 línea de alabeo horizontal (posición de punto extremo del borde frontal, proyectante), Q línea de alabeo perpendicular o línea perpendicular, R distancia, S1 línea de cuerda horizontal (posición del punto de curvatura del borde frontal), S2 línea de cuerda horizontal (posición del borde frontal de álabe del lado de la cubierta), S3 línea de cuerda horizontal (posición del punto extremo del borde frontal, proyectante).

REIVINDICACIONES

1. Turboventilador (1) que comprende:

una placa principal (2) con forma de disco provista de un centro de rotación en el centro (O) y un relieve proyectante (2a) formado en las proximidades del centro de rotación (O);

5 una cubierta cilíndrica (3) dispuesta en oposición a la placa principal (2) y provista de una parte ampliada en diámetro cuyo diámetro interior se va ampliando cuanto más cerca está de la placa principal; y

una pluralidad de álabes (4) con uno de los extremos y el otro extremo unidos, respectivamente, a la placa principal (2) y a la cubierta (3); en donde

10 un borde posterior (4b) de álabe de cada álabe (4) está situado en un cilindro virtual formado por una periferia exterior de la placa principal (2) y una periferia exterior de la cubierta (3),

un borde frontal (4a) de álabe de cada álabe (4) está situado más cerca del centro de rotación (O) que el borde posterior (4b) de álabe del álabe (4), y una línea virtual que conecta el borde posterior (4b) de álabe y el borde frontal (4a) de álabe está inclinada con respecto a una línea radial de la placa principal (2) desde el centro de rotación (O), y

15 una cara exterior (4c) de álabe es una cara proyectante del álabe (4) que se proyecta alejándose del centro de rotación (O), en donde

el borde frontal (4a) de álabe está dividido en un borde frontal (4a1) de álabe del lado de la placa principal cerca de la placa principal (2), un borde frontal (4a2) de álabe del lado de la cubierta cerca de la cubierta (3), y un borde frontal (4a3) de álabe, proyectante, formado entre el borde frontal (4a1) de álabe del lado de la placa principal y el borde frontal (4a2) de álabe del lado de la cubierta, en donde

20 en un intervalo del borde frontal (4a1) de álabe del lado de la placa principal cerca de la placa principal (2), se forma una parte (41a1) de faldón de borde frontal del lado de la placa principal de manera que se distancia alejándose del borde posterior (4b) de álabe en un plano perpendicular tanto con respecto a la línea de cuerda (S1) del álabe como con respecto a la placa principal, y de manera que se inclina alejándose del centro de rotación (O) en un plano perpendicular con respecto a la placa principal y paralelo con respecto a la línea de cuerda (S1) del álabe cuanto más se acerca la parte (41a1) de faldón del borde frontal del lado de la placa principal a la placa principal (2), en donde

25 en un intervalo más alejado de la placa principal (2) que la parte (41a1) de faldón del borde frontal del lado de la placa principal, se forma una parte vertical (40a1) de borde frontal del lado de la placa principal perpendicular a la placa principal (2), en donde

30 en un intervalo más alejado de la placa principal (2) que la parte vertical (40a1) de borde frontal del lado de la placa principal, con respecto a la parte vertical (40a1) de borde frontal del lado de la placa principal, se forma una parte inclinada (42a1) de borde frontal del lado de la placa principal de manera que se distancia alejándose del borde posterior (4b) de álabe en un plano perpendicular tanto a la línea de cuerda (S1) del álabe como a la placa principal y de manera que se inclina alejándose del centro de rotación (O) en un plano perpendicular a la placa principal y paralelo a la línea de cuerda (S1) del álabe, cuanto más alejada está la parte inclinada (42a1) de borde frontal del lado de la placa principal con respecto a la placa principal (2), en donde

35 en un intervalo más próximo a la placa principal (2) que un punto extremo (4f) de borde frontal, proyectante, del borde frontal (4a3) de álabe, proyectante, que continúa desde la parte inclinada (42a1) de borde frontal del lado de la placa principal, el borde frontal (4a3) de álabe, proyectante, se distancia alejándose del borde posterior (4b) de álabe en un plano perpendicular tanto a la línea de cuerda (S1) del álabe como a la placa principal, y se distancia alejándose del centro de rotación (O) en un plano perpendicular a la placa principal y paralelo a la línea de cuerda (S1) del álabe, cuando más alejado está el borde frontal (4a3) de álabe, proyectante, con respecto a la placa principal (2), y en donde

40 en un intervalo más alejado de la placa principal (2) que el punto extremo (4f) de borde frontal, proyectante, del borde frontal (4a3) de álabe, proyectante, a continuación del borde frontal (4a2) de álabe del lado de la cubierta, el borde frontal (4a3) de álabe, proyectante, se va acercando al borde posterior (4b) de álabe en un plano perpendicular tanto a la línea de cuerda (S1) del álabe como a la placa principal, y se distancia alejándose del centro de rotación (O) en un plano perpendicular a la placa principal y paralelo a la línea de cuerda (S1) del álabe, cuanto más lejos está el borde frontal (4a3) de álabe, proyectante, con respecto a la placa principal (2).

2. Turboventilador (1) de la reivindicación 1, en el que

un ángulo de alabeo (α) formado en un intervalo alejado de la placa principal (2), por una línea de alabeo (Q),

que es una línea central entre una cara exterior (4c) de álabe y una cara interior (4d) de álabe, y una línea perpendicular a la placa principal (2), va creciendo gradualmente cuanto más lejos está del borde posterior (4b) de álabe.

3. Turboventilador (1) de la reivindicación 1 ó 2, en el que

5 el borde posterior (4b) de álabe está dividido en un borde posterior (4b1) de álabe del lado de la placa principal cerca de la placa principal (2) y un borde posterior (4b2) de álabe del lado de la cubierta cerca de la cubierta (3), el borde posterior (4b1) de álabe del lado de la placa principal es sustancialmente perpendicular a la placa principal (2), y

10 el borde posterior (4b2) de álabe del lado de la cubierta está inclinado de manera que se distancia gradualmente alejándose del borde frontal (4a) de álabe, cuanto más lejos está de la placa principal (2).

4. Turboventilador (1) de la reivindicación 3, en el que

15 en vista en planta, un ángulo formado por una línea radial que conecta un punto extremo (4b11) de borde posterior del lado de la placa principal, el cual es una intersección entre el borde posterior (4b1) de álabe del lado de la placa principal y la placa principal (2), y el centro de rotación (O), y una línea radial que conecta un punto extremo (4b22) de borde posterior del lado de la cubierta, el cual es una intersección entre el borde posterior (4b2) de álabe del lado de la cubierta y la cubierta (3), y el centro de rotación, es de 5° a 10°.

5. Turboventilador (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que

20 en vista en planta, un ángulo formado por una línea de cuerda horizontal del álabe (4) en la parte vertical (40a) de borde frontal del lado de la placa principal y una línea de cuerda horizontal del álabe (4) en el punto extremo (4f) de borde frontal, proyectante, es de 0° a 10°.

6. Turboventilador (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el álabe (4) tiene una estructura hueca con una cavidad (4v) con una abertura formada perforando la placa principal (2), y la distancia entre la cara exterior (4c) de álabe y la cara interior (4d) de álabe se va reduciendo a medida que se aleja de la placa principal (2).

25 7. Turboventilador (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que

30 un intervalo de álabe entre una cara exterior (4c) de álabe de un álabe (4) y una cara interior (4d) de álabe del otro álabe (4) adyacente al primer álabe en un intervalo cerca de la placa principal (2) del borde posterior (4b) de álabe, es menor que el intervalo de álabe entre la cara exterior (4c) de álabe del primer álabe (4) y la cara interior (4d) de álabe del otro álabe (4) adyacente al primer álabe (4) en un intervalo alejado de la placa principal (2) del borde exterior (4b) de álabe.

8. Aparato (100) de aire acondicionado que comprende:

un cuerpo principal (10) en el cual, en una cara, están formadas una entrada y una salida de aire;

el turboventilador (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que se comunica con la entrada y dispuesto en el cuerpo principal (10); y

35 medios de aire acondicionado dispuestos entre el turboventilador 1 y la salida.

FIG. 1

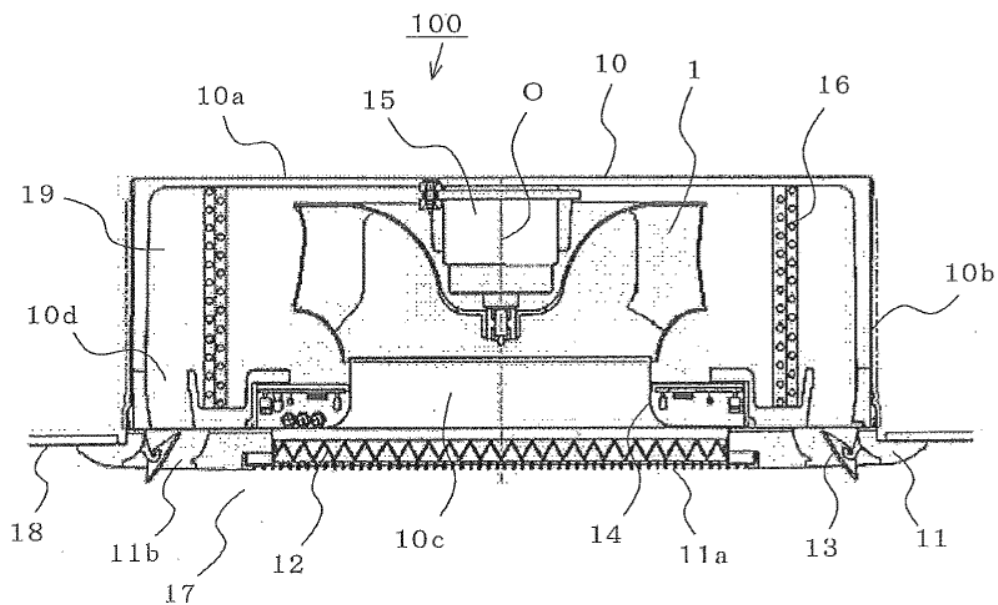


FIG. 2

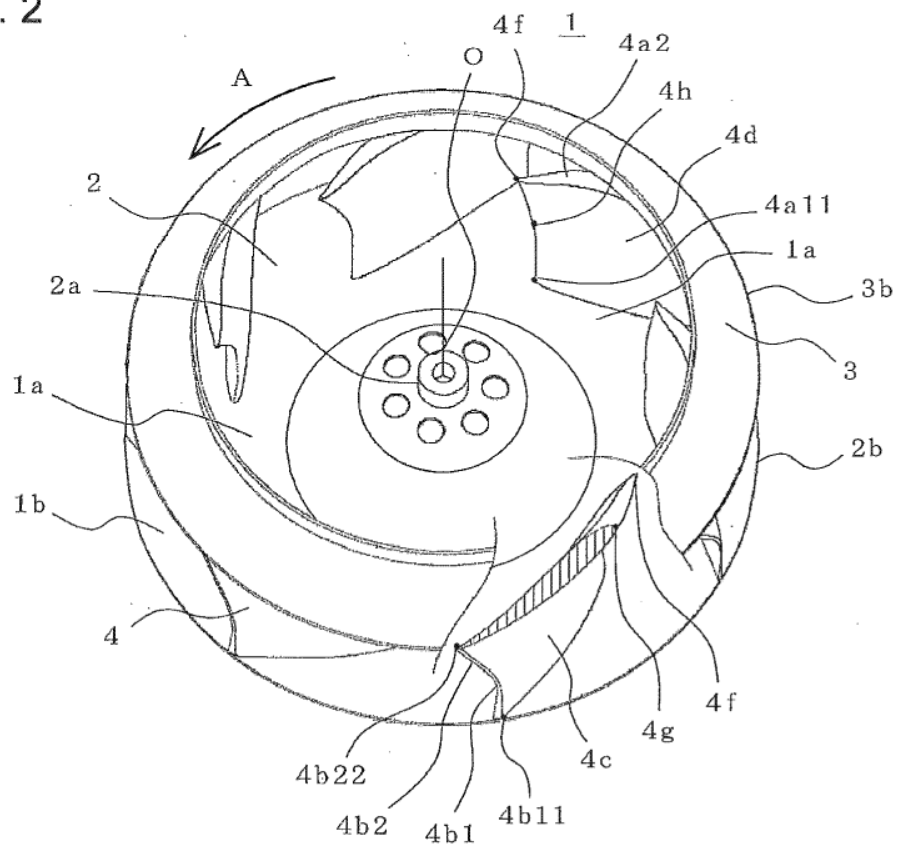


FIG. 3

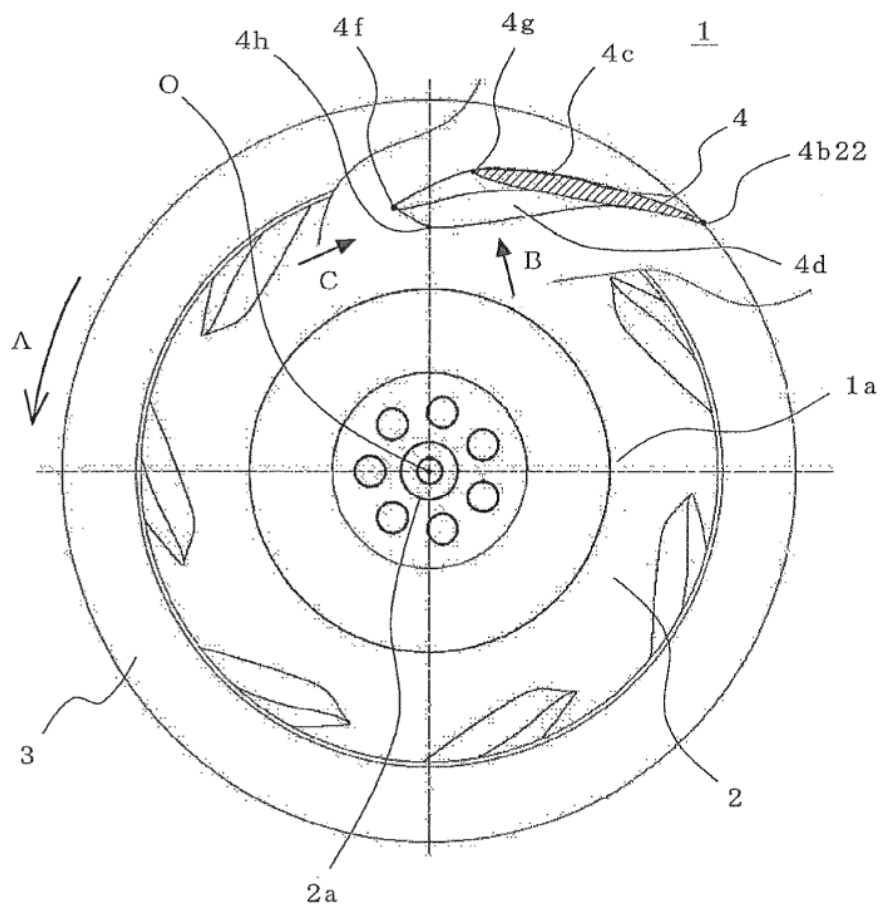


FIG. 4

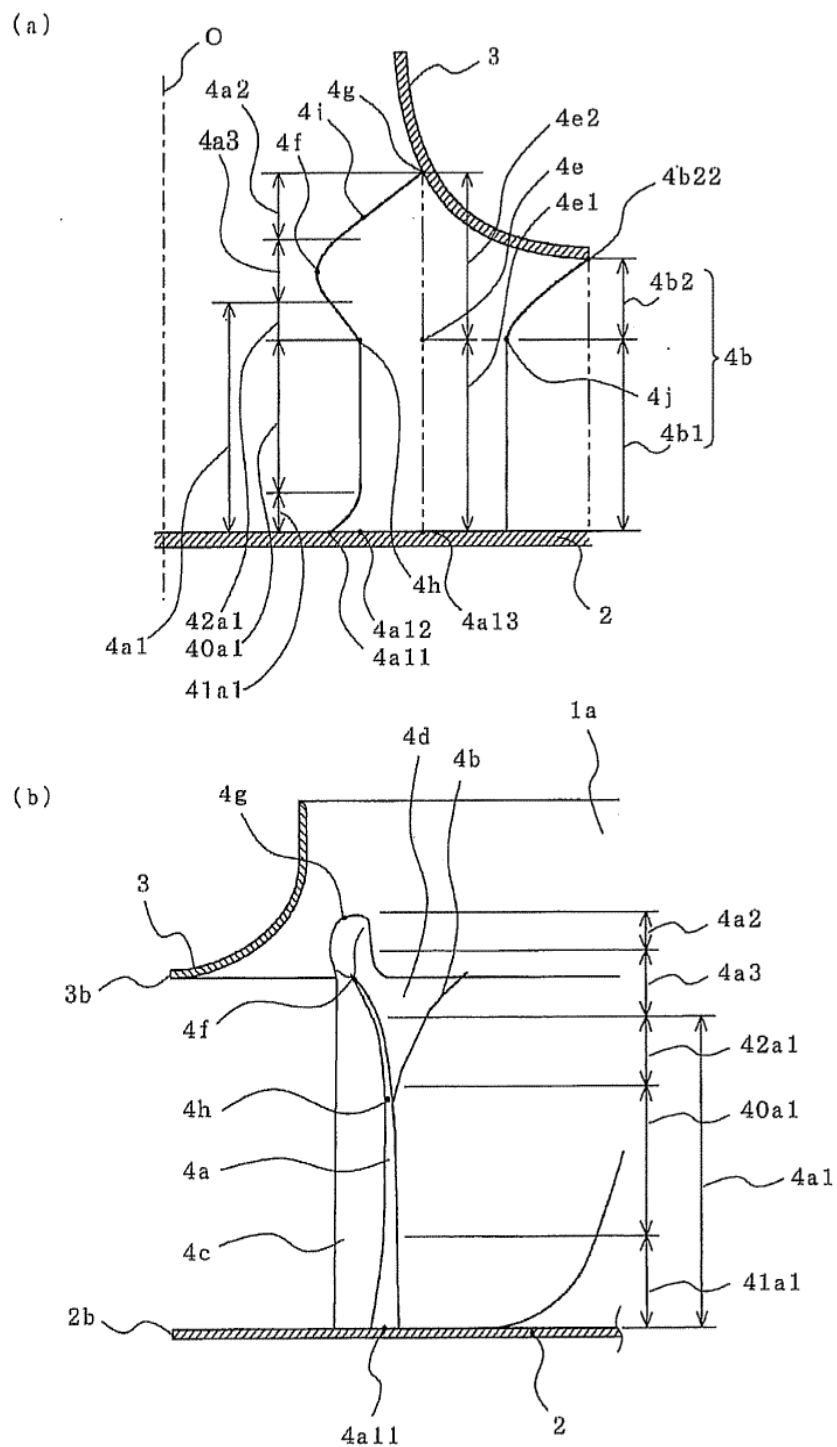


FIG. 5

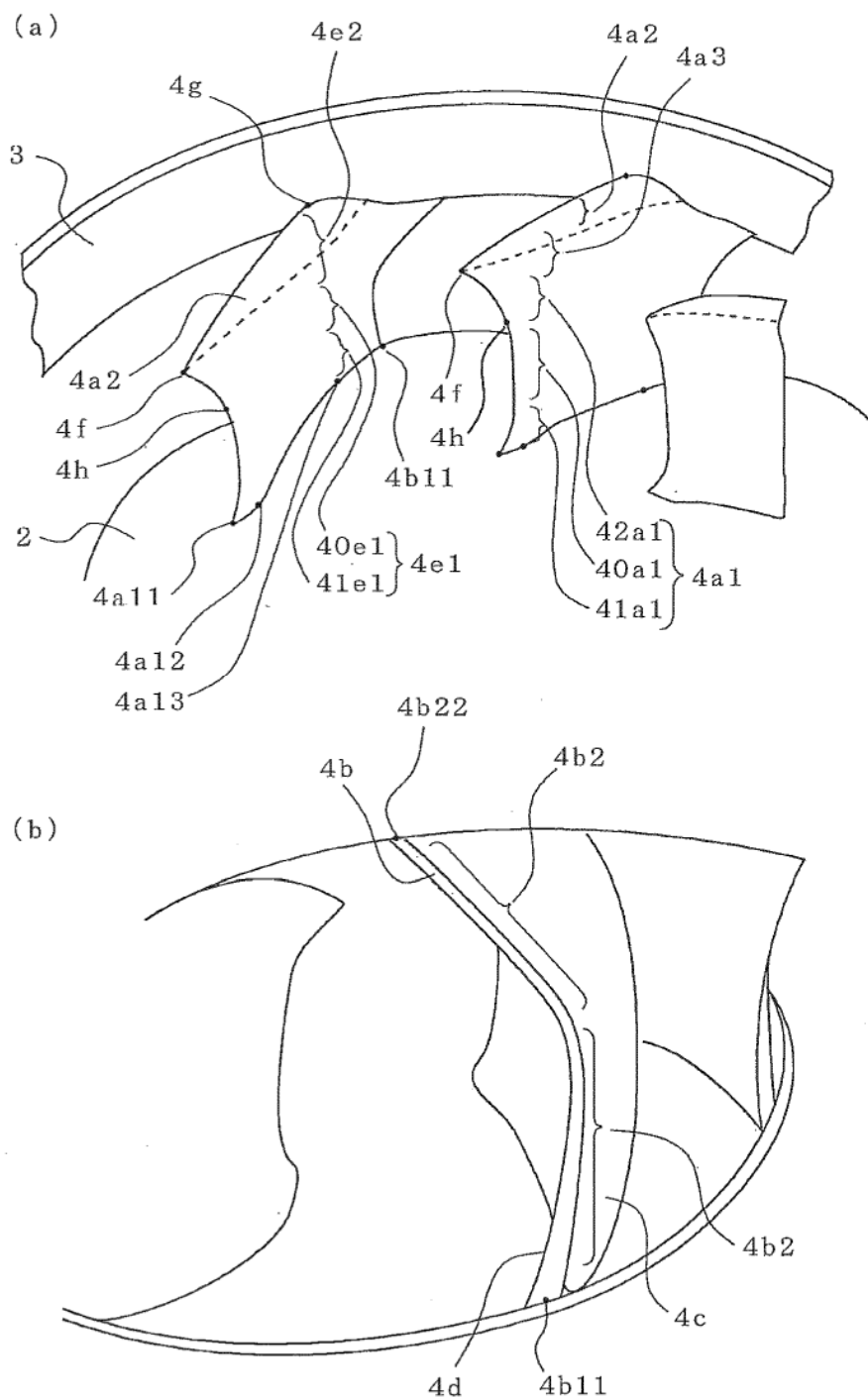


FIG. 6

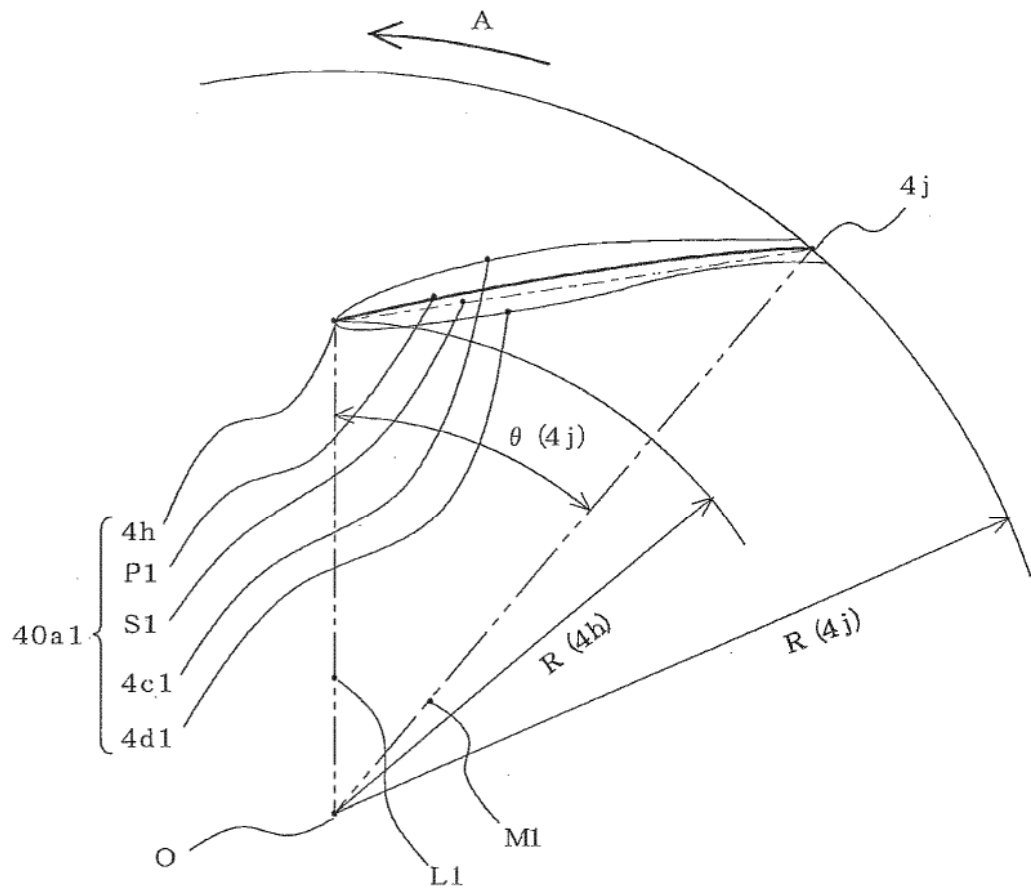


FIG. 7

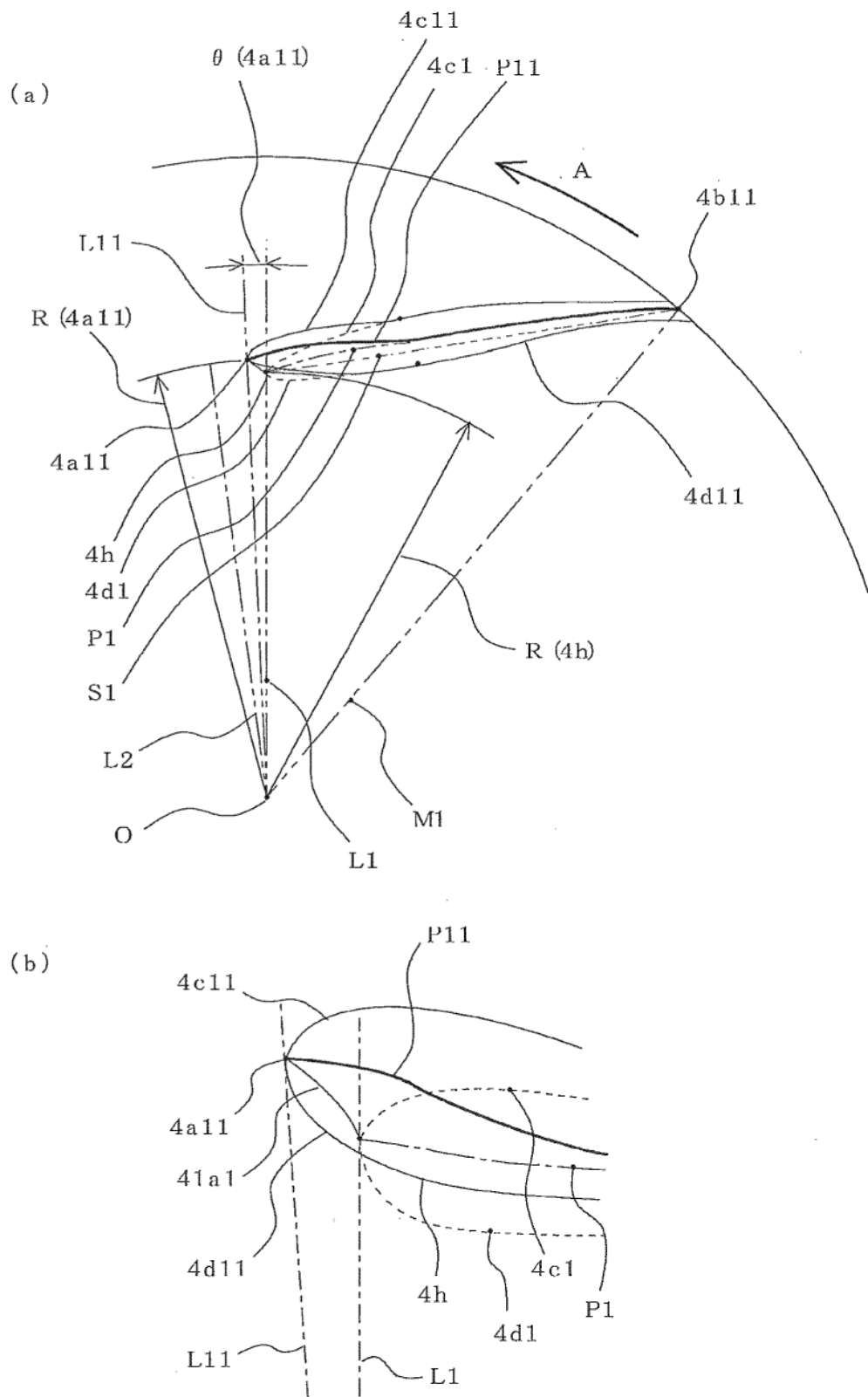


FIG. 8

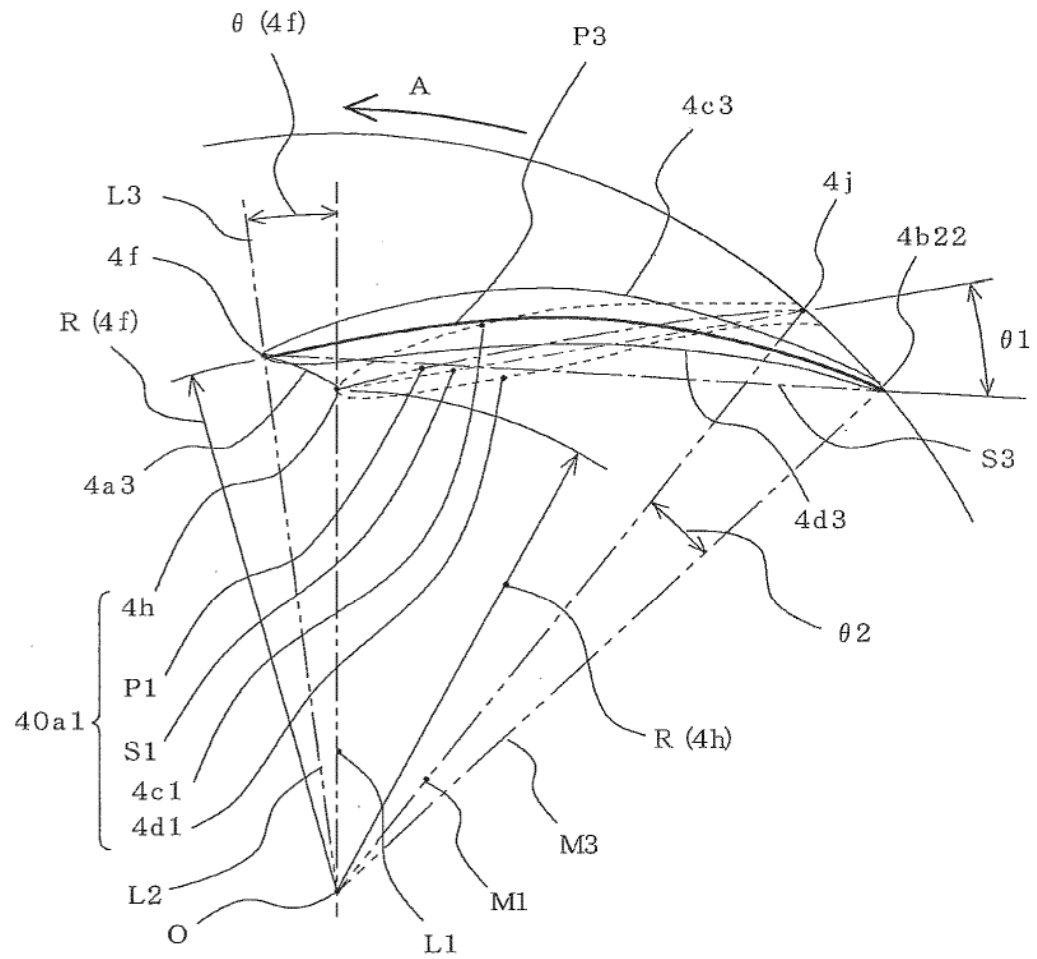


FIG. 9

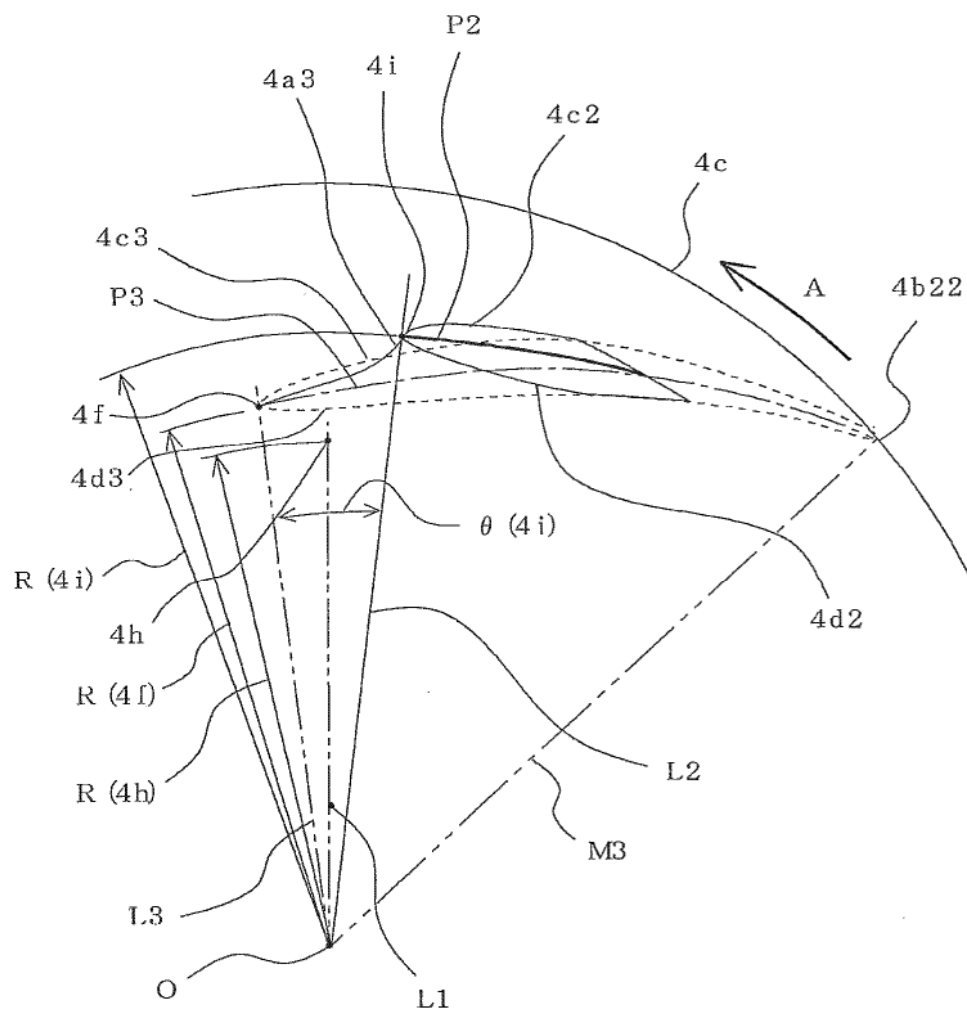


FIG. 10

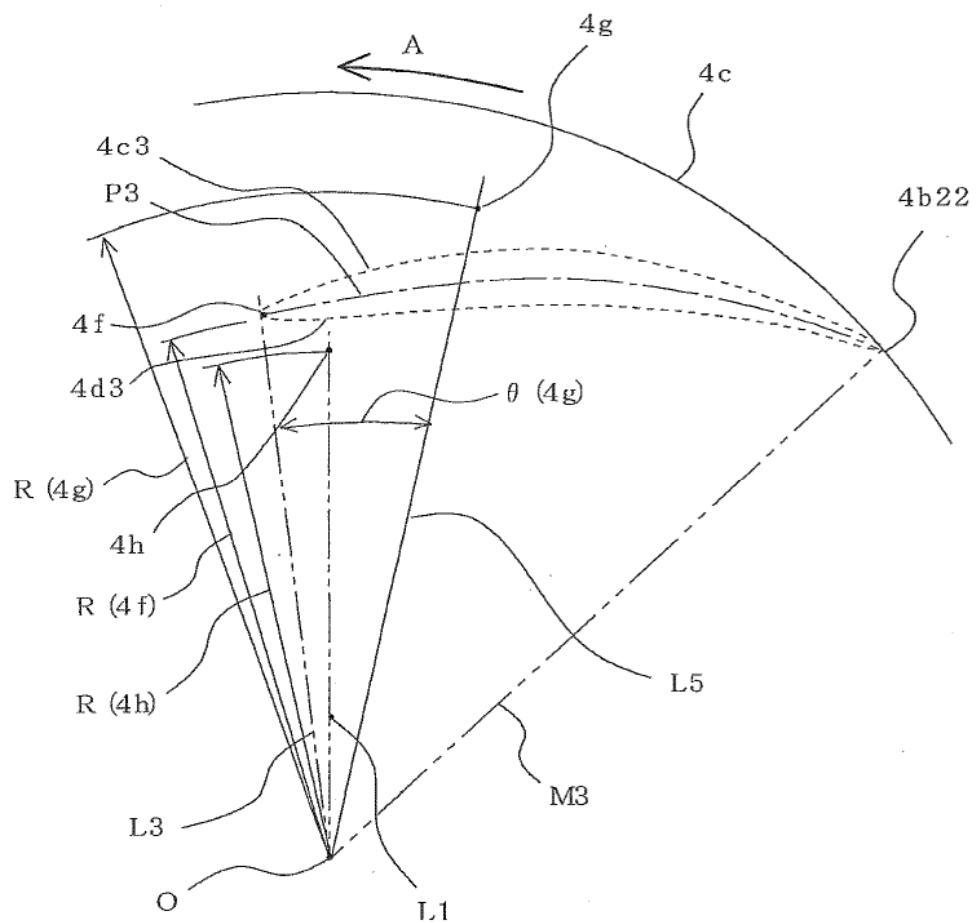


FIG. 11

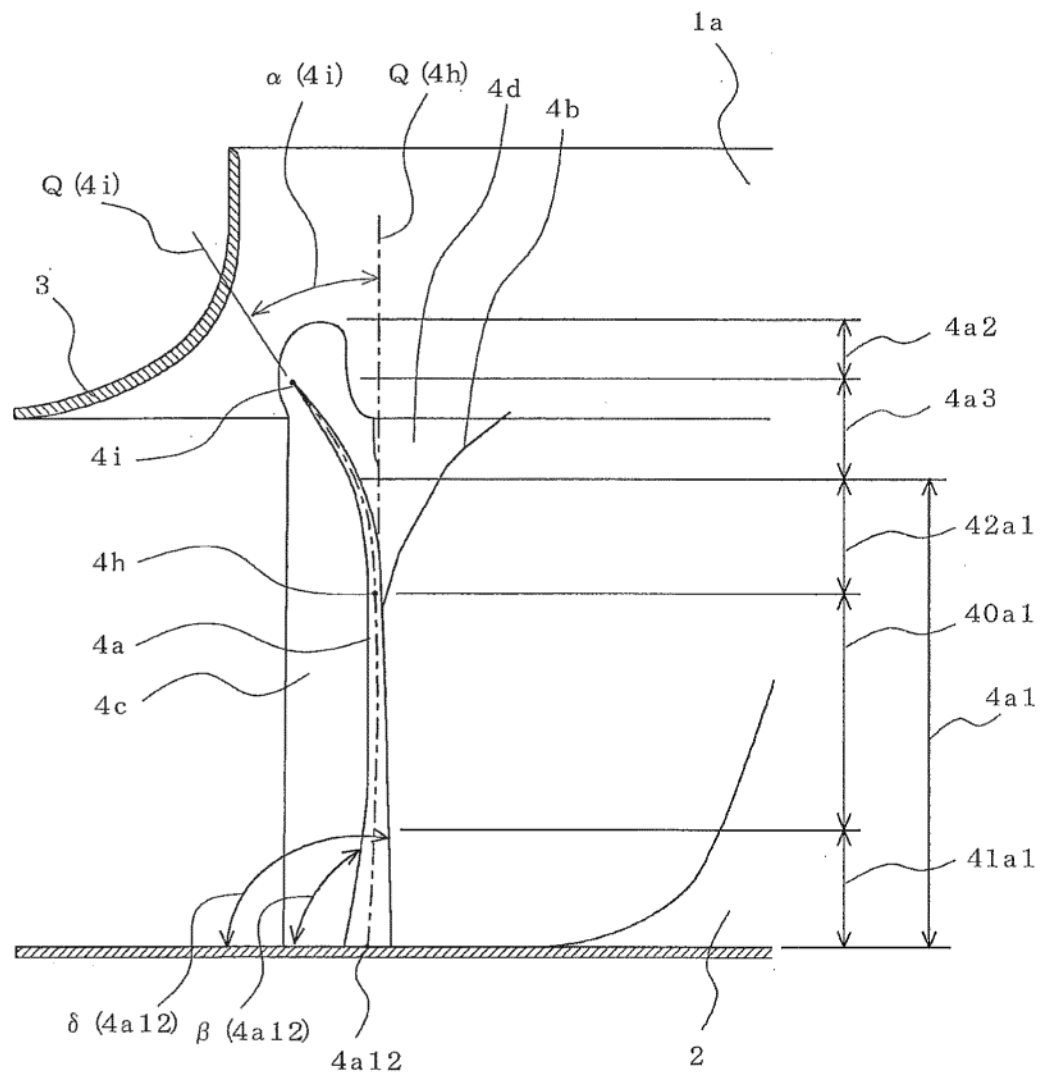


FIG. 12

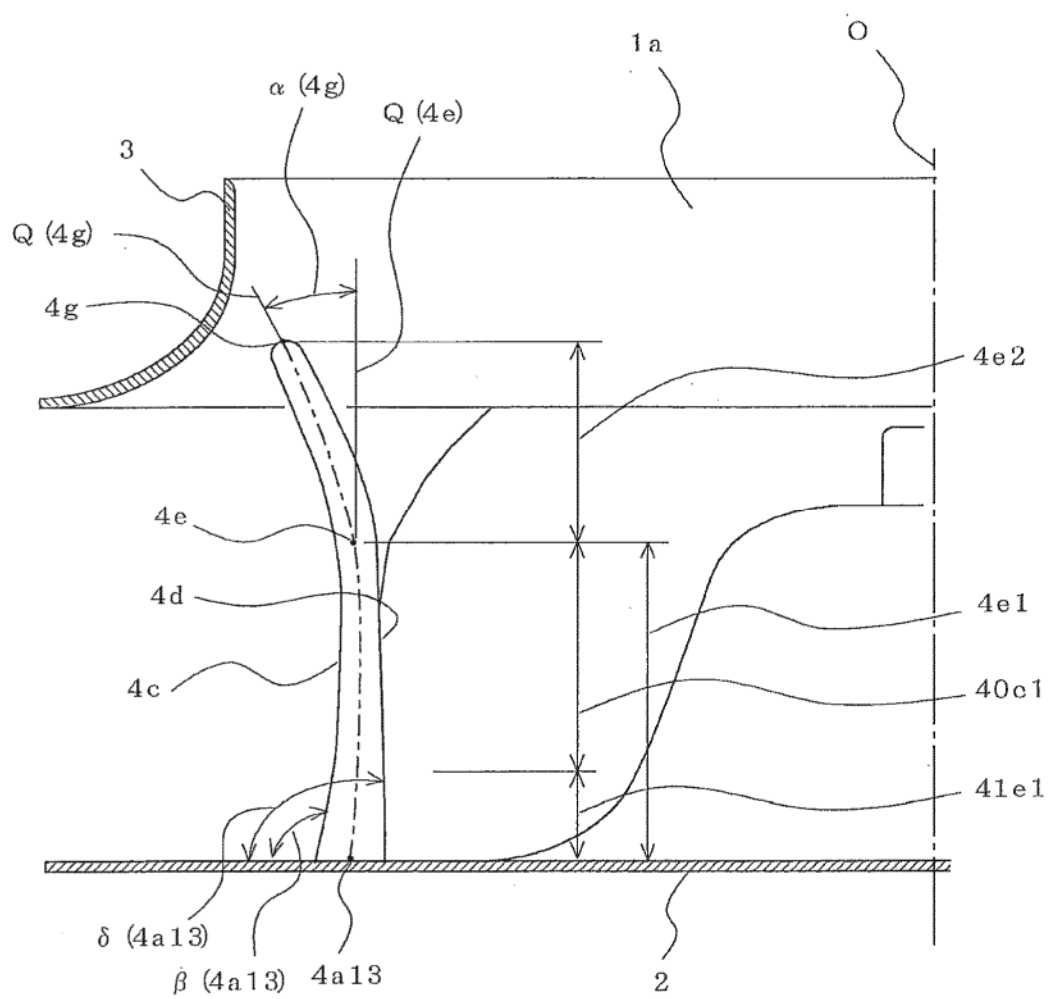


FIG. 13

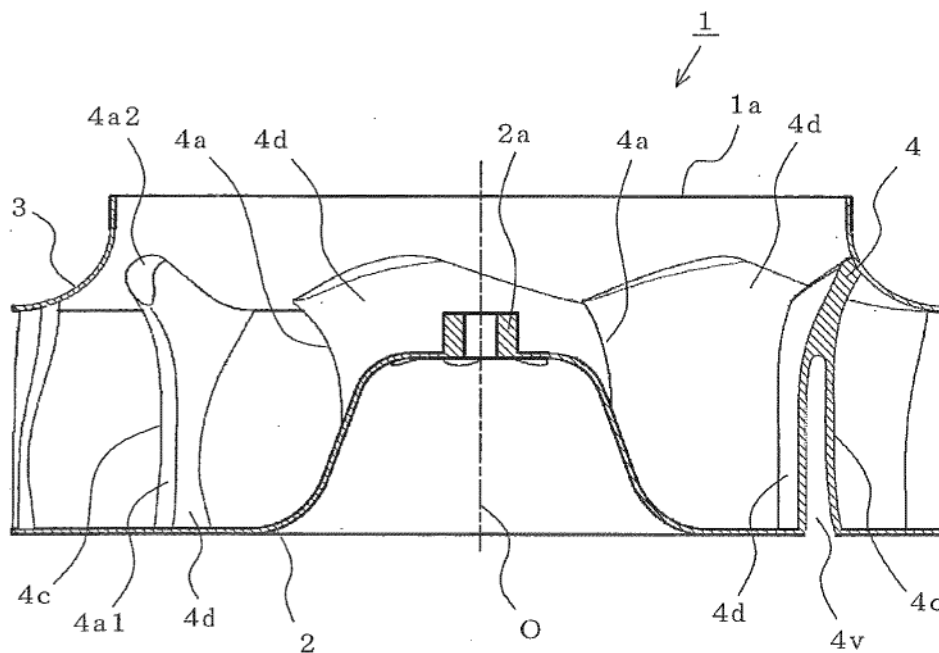


FIG. 14

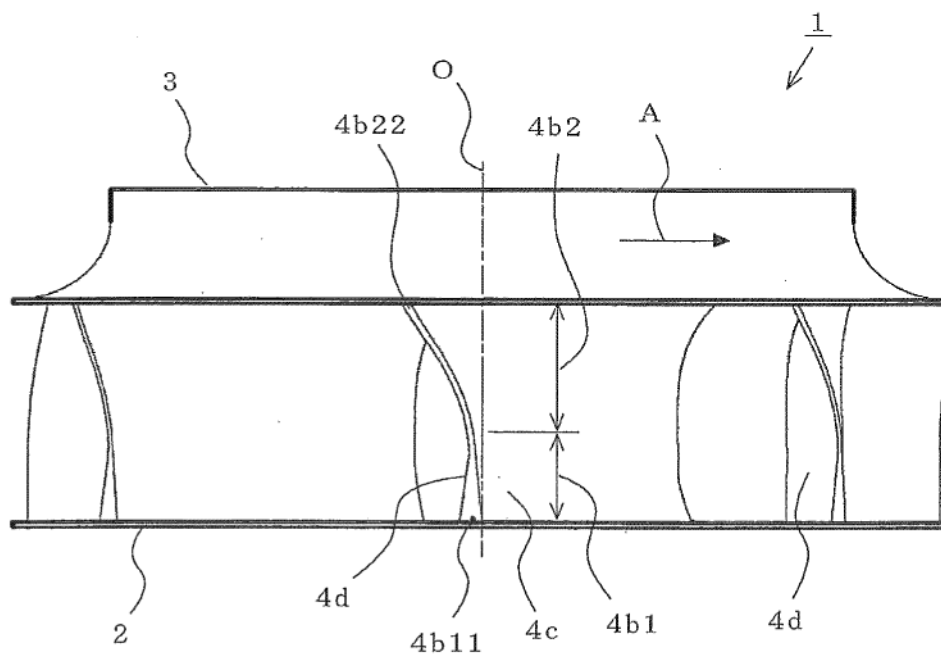


FIG. 15

