

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 810**

51 Int. Cl.:

F04D 29/38 (2006.01)

F04D 29/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2014 E 14197397 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 2884115**

54 Título: **Ventilador axial con borde de ataque de álabe que sobresale axialmente aguas arriba del cubo y que incluye una curvatura (pliegue) como se ve en una dirección radial perpendicular a la extensión radial del álabe**

30 Prioridad:

12.12.2013 KR 20130154592

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

19.11.2019

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR**

72 Inventor/es:

JUNG, JAEHYUK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 731 810 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 axial con borde de ataque de álabe que sobresale axialmente aguas arriba del cubo y que incluye una curvatura (pliegue) como se ve en una dirección radial perpendicular a la extensión radial del álabe

5

ANTECEDENTES

La presente invención se refiere a un ventilador axial.

10

En general, los acondicionadores de aire son aparatos para enfriar o calentar un espacio interior. Tal acondicionador de aire incluye un compresor para comprimir un refrigerante, un condensador, en el que el refrigerante descargado desde el compresor es condensado, un expansor, en el que el refrigerante que pasa a través del condensador es expandido, y un evaporador, dentro del cual el refrigerante expandido dentro del expansor es evaporado.

15

El condensador y el evaporador del acondicionador de aire funcionan como intercambiadores de calor que llevan a cabo un intercambio de calor entre el refrigerante y el aire exterior. El condensador y el evaporador se disponen dentro de una unidad interior o una unidad exterior. El intercambiador de calor dispuesto dentro de la unidad interior se denomina intercambiador de calor interior, y el intercambiador de calor dispuesto dentro de la unidad exterior se denomina intercambiador de calor exterior.

20

Aquí, un ventilador axial para soplar aire hacia el intercambiador de calor exterior puede haberse dispuesto a un lado del intercambiador de calor exterior que está dispuesto dentro de la unidad exterior.

25

El ventilador axial incluye un cubo, conectado a un árbol rotativo de un motor, así como una pluralidad de álabes, acoplados al exterior del cubo. Cuando el ventilador axial se hace rotar mediante el accionamiento del motor, se genera una diferencia de presiones entre las superficies delantera y trasera de los álabes. Se genera una fuerza de succión debido a la diferencia de presiones, la cual permite al aire fluir.

30

De esta forma, se succiona aire externo al seno de la unidad interior por medio de la fuerza de succión del ventilador axial. Aquí, el aire externo pasa a través del intercambiador de calor dispuesto a un lado de un orificio de succión de aire de la unidad exterior. También, el aire externo es sometido a intercambio de calor con el refrigerante que fluye al interior del intercambiador de calor, a fin de permitir que el refrigerante sea condensado o evaporado, y, a continuación, el aire externo es descargado al exterior de la unidad exterior por el funcionamiento de soplado del ventilador axial.

35

Los ventiladores axiales con arreglo a la técnica relacionada incluyen un cubo, acoplado a un árbol central de los mismos, así como una pluralidad de álabes, acoplados a una superficie exterior del cubo. El árbol central está acoplado a un motor para rotar.

40

El cubo tiene una forma aproximadamente cilíndrica. También, el cubo tiene una parte de superficie delantera, que define una superficie delantera, una parte de superficie trasera, que define una superficie trasera, y una parte de superficie circunferencial exterior, a la cual están acoplados la pluralidad de álabes. También, cada uno de los álabes incluye una parte de unión con el cubo, que está acoplada a la parte de superficie circunferencial exterior del cubo, y una punta, que define un extremo del álabe.

45

En los ventiladores axiales de acuerdo con la técnica relacionada, el cubo puede tener un diámetro relativamente grande en comparación con el diámetro total del ventilador axial. Por ejemplo, el cubo puede tener un diámetro de entre aproximadamente el 30% y aproximadamente el 35% del diámetro total del ventilador axial. En este caso, el ventilador axial puede verse deteriorado en su eficiencia como consecuencia de un fenómeno de separación del flujo, y pueden generarse ruidos.

50

Es decir, puesto que la parte de superficie circunferencial exterior del cubo está dispuesta en una dirección paralela a una dirección de flujo de aire, puede generarse rozamiento con el aire. De esta forma, el fenómeno de separación del flujo, o desprendimiento de capa límite, se produce en la parte de superficie circunferencial exterior del cubo como consecuencia del rozamiento. Además de ello, se genera un fuerte vórtice por el fenómeno de separación del flujo, y se producen pérdidas de flujo del ventilador y fuertes ruidos por causa del vórtice. El documento US 2.378.049 A divulga un ventilador de flujo axial con álabes doblados.

55

COMPENDIO

Las realizaciones proporcionan un ventilador axial que tiene una eficiencia de ventilador mejorada y presenta un ruido de flujo reducido.

60

De acuerdo con la invención, se proporciona un ventilador axial de conformidad con la reivindicación 1.

65

La primera parte de ala se extiende en un primer gradiente preestablecido partiendo de la punta. A la vez que se extiende desde la primera parte de ala hacia el cubo, la segunda parte de ala tiene un segundo gradiente

preestablecido.

5 La segunda parte de ala puede extenderse desde el primer extremo hasta el cubo en una dirección correspondiente a la dirección de prolongación de la primera parte de ala, y estar doblada en un ángulo preestablecido para extenderse desde el segundo extremo según la dirección de prolongación de la primera parte de ala.

El ángulo de doblez desde la primera parte de ala hacia la segunda parte de ala puede ser de en torno a 0° en el primer extremo, y puede oscilar entre aproximadamente 50° y aproximadamente 70° en el segundo extremo.

10 El área de la porción en la que la parte de unión con el cubo y la parte de superficie circunferencial exterior del cubo están acopladas puede ser variable en un sentido horario, o de giro de las agujas del reloj, o antihorario.

15 La parte de unión con el cubo puede incluir: un extremo delantero que se extiende a lo largo de la parte de superficie delantera del cubo; y un extremo trasero que se extiende inclinado con respecto a la parte de superficie trasera del cubo.

20 La distancia entre el extremo delantero y el extremo trasero puede aumentar gradualmente en el sentido antihorario de la parte de superficie circunferencial exterior del cubo y disminuir gradualmente en el sentido horario de la parte de superficie circunferencial exterior del cubo.

Puede definirse un círculo virtual (C) que une las puntas de la pluralidad de álabes entre sí, y la relación entre el radio (R2) del círculo virtual y el radio (R2) de la parte de superficie circunferencial exterior, desde el centro del cubo, puede oscilar entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 25%.

25 Las primera y segunda partes de ala pueden estar integradas la una con la otra.

El primer gradiente preestablecido y el segundo gradiente preestablecido pueden ser diferentes el uno del otro.

30 El ventilador axial puede, adicionalmente, incluir un árbol central, de tal manera que el ángulo comprendido entre la parte de ala exterior y el árbol central puede ser mayor que el que existe entre la parte de ala interior y el árbol central.

35 Los detalles de una o más realizaciones se exponen en los dibujos que se acompañan y en la descripción que se da a continuación. Otras características resultarán evidentes de la descripción y los dibujos, así como de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La Figura 1 es una vista de una unidad exterior de acuerdo con una realización.
 Las Figuras 2 a 4 son vistas de un ventilador axial de acuerdo con una realización.
 La Figura 5 es una vista en corte transversal tomado a lo largo de la línea I-I' de la Figura 2.
 La Figura 6 es una vista de una parte de unión con el cubo de un álabe, de acuerdo con una realización.
 La Figura 7 es una vista de unas primera y segunda partes de ala del álabe de acuerdo con una realización.
 Las Figuras 8A a 8C son vistas que ilustran la forma de un ángulo de paso del álabe cuando no se ha adoptado la segunda parte de ala en el álabe.
 45 Las Figuras 9A a 9C son vistas que ilustran la forma de un ángulo de paso del álabe cuando se ha adoptado la segunda parte de ala en el álabe.
 La Figura 10 es un gráfico de los resultados que se obtienen comparando cambios en el consumo de potencia del ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada y del ventilador axial de acuerdo con una realización.
 50 La Figura 11 es un gráfico de los resultados que se obtienen al comparar los cambios en el ruido del ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada y del ventilador axial de acuerdo con una realización.
 La Figura 12 es una vista gráfica que ilustra la vorticidad, o generación de remolinos, que se produce en torno al ventilador cuando el ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada está funcionando.
 55 La Figura 13 es una vista gráfica que ilustra la vorticidad que se produce en torno al ventilador cuando el ventilador axial de acuerdo con una realización está funcionando.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

60 En lo que sigue de esta memoria, se describirán realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan. La invención puede, sin embargo, ser modificada de muchas formas diferentes y no deberá entenderse como limitada a las realizaciones que se exponen en esta memoria; antes bien, realizaciones alternativas pueden caer dentro del alcance de la presente invención, que se define por las reivindicaciones que se acompañan.

65 La Figura 1 es una vista de una unidad exterior de acuerdo con una realización.

ES 2 731 810 T3

Haciendo referencia a la Figura 1, una unidad exterior 10 de un acondicionador de aire de acuerdo con una realización incluye una caja 11, un intercambiador de calor 20, un ventilador axial 100, un motor, un compresor 40 y una placa de bloqueo 50. La placa de bloqueo 50 puede haberse dispuesto de manera que divide el interior del acondicionador de aire en un espacio para componentes eléctricos, dentro del cual se dispone el compresor 40, y un espacio de intercambio de calor, dentro del cual se dispone el ventilador axial 100.

Se han dispuesto dentro de la caja 11 una parte de succión de aire 15, a cuyo interior es succionado aire externo, y una parte de descarga de aire 16, a través de la cual el aire sometido a intercambio de calor en el intercambiador de calor 20 es descargado. Por ejemplo, la parte de succión de aire 15 puede haberse dispuesto en una parte de superficie trasera y en una parte de superficie lateral de la caja 11, y la parte de descarga de aire 16 puede haberse dispuesto en una parte de superficie delantera de la caja 11.

El intercambiador de calor 20 se ha dispuesto dentro de la caja 11, lo que permite al aire externo ser sometido a intercambio de calor con un refrigerante. El intercambiador de calor 20 puede estar doblado desde uno de los lados del ventilador axial 100.

Las Figuras 2 a 4 son vistas del ventilador axial de acuerdo con una realización.

Haciendo referencia a las Figuras 2 a 4, el ventilador axial 100 de acuerdo con una realización incluye un cubo 110, dispuesto de manera que es susceptible de hacerse rotar por un árbol central 110a, y una pluralidad de álabes 120, acoplados al exterior del cubo 110. El árbol central 110a está acoplado al motor para rotar.

El cubo 110 puede tener una forma cilíndrica o una forma de columna circular. En detalle, el cubo 110 incluye una parte de superficie delantera 112 que define una superficie delantera del cubo 110, una parte de superficie trasera 114 que define una superficie trasera del cubo 110, y una parte de superficie circunferencial exterior 113, que define una superficie circunferencial del cilindro.

Aquí, la superficie delantera o un lado delantero del cubo 110 se encuentra de cara a una dirección en la que el aire es descargado, y la superficie trasera o un lado trasero del cubo 110 se encuentra de cara a una dirección en la que el aire es soplado, es decir, una dirección según la cual el aire es succionado. En lo que sigue, se expondrá igualmente una descripción acerca de las direcciones del ventilador axial.

El álabe 120 incluye una primera parte de ala 130 que se extiende con una primera curvatura (gradiente) preestablecida, desde la punta 123 hacia el cubo 110, y una segunda parte de ala 140, que se extiende con una segunda curvatura (gradiente) preestablecida, desde la primera parte de ala 130 hacia el cubo 110.

Las primera y segunda curvaturas preestablecidas son diferentes la una de la otra. En detalle, un ángulo definido por la primera parte de ala 130 y un eje central del cubo 110 puede ser mayor que el definido por la segunda parte de ala 140 y el eje central del cubo 110.

Se define una parte delimitadora 135 entre la primera parte de ala 130 y la segunda parte de ala 140. Es decir, la parte delimitadora 135 puede ser una línea que permita distinguir la primera parte de ala 130 de la segunda parte de ala 140. La segunda parte de ala 140 puede tener una forma que se dobla bastante acusadamente desde la parte delimitadora 135 en dirección al cubo 110, es decir, en dirección a la parte de superficie delantera 112 del cubo 110. De este modo, la parte delimitadora 135 puede ser denominada «parte doblada».

La primera parte de ala 130 puede ser denominada «parte de ala exterior», y la segunda parte de ala 140 puede ser denominada «parte de ala interior». Por ejemplo, las primera y segunda partes de ala, 130 y 140, pueden estar integradas la una con la otra.

El álabe 120 incluye una parte 121 de unión con el cubo, acoplada a la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110, así como una punta 123 que define un extremo del álabe 120. La parte 121 de unión con el cubo define un extremo interior del álabe 120, y la punta 123 define un extremo exterior del álabe 120.

La punta 123 está dispuesta en un extremo exterior de la primera parte de ala 130, y la parte 121 de unión con el cubo está dispuesta en un extremo interior de la segunda parte de ala 140.

El álabe 120 incluye un borde de ataque 125, que define un extremo delantero según un sentido de rotación del mismo, y un borde de salida 126, que define un extremo trasero según el sentido de rotación. En la Figura 3, el ventilador axial 100 puede rotar en un sentido antihorario.

El álabe 120 incluye una superficie de presión 127, situada de cara a una dirección de descarga de aire, y una superficie de presión negativa 128, situada de cara a una dirección de soplado de aire. La superficie de presión 127 puede entenderse como una superficie que está situada de cara al lado delantero para recibir una presión del aire, y la superficie de presión negativa 128 puede entenderse como una superficie que está situada de cara al lado

trasero, a modo de superficie opuesta a la superficie de presión 127.

5 Cuando la punta 123 de cada uno de la pluralidad de álabes 120 se prolonga en un sentido horario o antihorario, puede definirse un círculo virtual C. Se hace referencia a la distancia desde el centro del cubo 110 o del árbol central 110a hasta la circunferencia exterior del círculo virtual C, es decir, el radio del ventilador axial 100, como R1. Asimismo, se hace referencia a la distancia desde el centro del cubo 110 o del eje central 110a hasta la circunferencia exterior del cubo 110, es decir, el radio del cubo 110, como R2.

10 El cubo 110 puede tener un tamaño relativamente pequeño, en comparación con el tamaño total del ventilador axial 100.

15 En detalle, la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110 define una pared lateral de un paso a través del cual pasa el aire cuando el ventilador axial 100 rota. La parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110 es paralela a una dirección del flujo de aire, de modo que se provoca rozamiento con el aire. De esta forma, puede producirse un fenómeno de separación del flujo, o desprendimiento de capa límite, como consecuencia del rozamiento, de manera que se perjudica la eficiencia del ventilador.

20 Así, pues, cuando el cubo 110 tiene un tamaño relativamente grande en comparación con el tamaño total del ventilador axial 100, un área de rozamiento puede incrementarse. Como resultado de ello, el paso de aire puede tener una anchura pequeña, de manera que se menoscaba el rendimiento del ventilador axial 100.

25 Por lo tanto, en la presente realización, el tamaño relativo del cubo 110 puede ser determinado de manera tal, que la relación entre R2 y R1 está comprendida en el intervalo entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 25%. Es decir, en comparación con los ventiladores axiales con arreglo a la técnica relacionada, el cubo puede tener un tamaño relativamente pequeño.

30 Como se ha descrito anteriormente, puesto que el cubo 110 tiene ese tamaño relativamente pequeño, la fuerza de rozamiento que se produce entre el flujo de aire y el cubo 110 puede ser reducida. De esta forma, es posible evitar la generación de un vórtice, a fin de mejorar la eficiencia del ventilador.

La Figura 5 es una vista en corte transversal, tomado a lo largo de la línea I-I' de la Figura 2, y la Figura 6 es una vista de una parte de unión con el cubo, perteneciente a un álabe de acuerdo con una realización.

35 Haciendo referencia a las Figuras 5 a 6, la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110 al que se acopla el árbol central 110a, y la pluralidad de álabes 120 acoplados a la parte de superficie circunferencial exterior 113, están acoplados al ventilador axial 100 de acuerdo con una realización.

40 Cada uno de los álabes 120 incluye una parte 121 de unión con el cubo, acoplada a la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110. La parte 121 de unión con el cubo define el extremo interior del álabe 120.

45 Una parte a la que están acopladas la parte 121 de unión con el cubo y la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110, tiene un área que es variable a lo largo de la parte de superficie circunferencial exterior 113. Es decir, en la Figura 6, la parte a la que están acopladas una parte 121 de unión con el cubo y la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110, tiene un área que aumenta gradualmente en un sentido antihorario y disminuye gradualmente en un sentido horario.

50 En detalle, la parte 121 de unión con el cubo incluye un extremo delantero 121a, dispuesto a un lado de la parte de superficie delantera 112 del cubo 110, así como un extremo trasero 121b, dispuesto a un lado de la parte de superficie trasera 114 del cubo 110. En detalle, el extremo delantero 121a puede extenderse adyacente a la parte de superficie delantera 112 del cubo 110, y un extremo trasero 121b puede extenderse adyacente a la parte de superficie trasera 114 del cubo 110. El extremo delantero 121a puede entenderse como una parte situada de cara a un lado delantero de la parte 121 de unión con el cubo, y el extremo trasero 121b puede entenderse como una parte situada de cara a un lado trasero de la parte 121 de unión con el cubo.

55 El extremo delantero 121a puede extenderse de forma aproximadamente paralela a lo largo de la superficie circunferencial exterior de la parte de superficie delantera 112, y el extremo trasero 121b puede extenderse de forma inclinada con respecto a la parte de superficie trasera 114. De este modo, la distancia entre los extremos delantero y trasero, 121a y 121b, puede aumentar gradualmente en un sentido horario y reducirse gradualmente en un sentido antihorario, sobre la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110.

60 Como se ha descrito anteriormente, la parte 121 de unión con el cubo puede tener un área de acoplamiento variable acoplada a la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110 en un sentido horario o en un sentido antihorario. De esta forma, el álabe 120 puede ser acoplado de forma estable a la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110.

65

La Figura 7 es una vista de la primera parte de ala y de la segunda parte de ala de un álabe de acuerdo con una realización.

5 Haciendo referencia a la Figura 7, la segunda parte de ala 140 de acuerdo con una realización se extiende desde la primera parte de ala 130 hacia la parte de superficie circunferencial exterior 113 del cubo 110. También, la segunda parte de ala 140 está doblada en una dirección con respecto a un centro de la parte delimitadora 135.

10 De esta forma, con respecto a una dirección perpendicular al árbol central 110a del cubo 110, la dirección en la que se extiende la primera parte de ala 130, es decir, una curvatura o gradiente de la primera parte de ala 130, puede haberse configurado con una forma diferente de la de la segunda parte de ala 140, esto es, una curvatura o gradiente de la segunda parte de ala 140.

15 En detalle, el álabe 120 incluye un borde de ataque 125, que define un extremo delantero según el sentido de rotación, y un borde de salida 126, que define un extremo trasero según el sentido de rotación.

20 El borde de ataque 125 incluye un primer borde de ataque 125a, dispuesto en la primera parte de ala 130, y un segundo borde de ataque 125b, dispuesto en la segunda parte de ala 140. También, el borde de salida 126 incluye un primer borde de salida 126a, dispuesto en la primera parte de ala 130, y un segundo borde de salida 126b, dispuesto en la segunda parte de ala 140.

Los primer y segundo bordes de ataque, 125a y 125b, así como los primer y segundo bordes de salida, 126a y 126b, pueden distinguirse unos de otros con respecto a la parte limitrofe 135.

25 El segundo borde de salida 126b se extiende en una dirección correspondiente a una dirección en la que se extiende el primer borde de salida 126a. Es decir, el segundo borde de salida 126b se extiende desde el primer borde de salida 126a hasta el cubo 110, en un estado en el que el segundo borde de salida 126b no está doblado.

30 En suma, se entiende que el ángulo con el que la segunda parte de ala 140 se dobla a partir de la primera parte de ala 130, es decir, un ángulo de doblez en una posición en la que la parte delimitadora 135 contacta con el borde de salida trasero 126, es en torno a 0°. Aquí, la posición en la que la parte delimitadora 135 contacta con el borde de salida trasero 126 puede ser definida como un primer extremo 135a.

35 Por otra parte, el segundo borde de ataque 125b está doblado en una dirección predeterminada con respecto al dispositivo de prolongación del primer borde de ataque 125a, en su prolongación hacia el cubo 110. En la Figura 7, la dirección de prolongación del primer borde de ataque 125a se denota por una línea virtual la, y la dirección de prolongación del segundo borde de ataque 125b tiene un ángulo establecido θ_1 con respecto a la línea la.

40 Es decir, se entiende que el ángulo con el que la primera parte de ala 130 se dobla con respecto a la segunda parte de ala 140, es decir, el ángulo de doblez en una posición en la que la parte delimitadora 135 contacta con el borde de ataque 125, es en torno a θ_1 . Por ejemplo, el ángulo de doblez θ_1 puede oscilar entre aproximadamente 50° y aproximadamente 70°. Aquí, la posición en la que la parte delimitadora 135 contacta con el borde de ataque delantero 125 puede ser definida como un segundo extremo 135b.

45 En suma, si bien el álabe 120 no está doblado en el primer extremo 135a de la parte delimitadora 135, el álabe 120 puede estar doblado en cierta medida en el segundo extremo 135b de la parte delimitadora 135. En otras palabras, el ángulo en el que la segunda parte de ala 140 está doblada con respecto al segundo extremo 135b, puede ser mayor que aquel en el que la segunda parte de ala 140 está doblada con respecto al primer extremo 135a.

50 Como resultado de ello, la segunda parte de ala 140 se extiende en una dirección correspondiente a la dirección de prolongación de la primera parte de ala 130 desde el borde de salida 126. Por otra parte, el ángulo de doblez en la dirección de prolongación de la primera parte de ala 130 puede aumentar gradualmente hacia el borde de ataque 125.

55 De acuerdo con las constituciones antes descritas, el álabe 120 de acuerdo con la presente realización puede tener un gran ángulo de paso. De esta forma, puede asegurarse suficientemente la cantidad de aire que se consigue por la rotación de las alas. Esto se describirá más adelante con referencia a los dibujos que se acompañan.

60 Las Figuras 8A a 8C son vistas que ilustran la forma del ángulo de paso del álabe cuando no se ha adoptado la segunda parte de ala en el álabe, y las Figuras 9A a 9C son vistas que ilustran la forma del ángulo de paso del álabe cuando se ha adoptado en el álabe la segunda parte de ala.

65 Las Figuras 8A a 8C ilustran un estado en el que el ángulo de paso se reduce gradualmente hacia el interior del álabe, es decir, el cubo, cuando se adopta la forma del álabe de acuerdo con la técnica relacionada ($\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$). Aquí, el ángulo de paso puede entenderse como un ángulo que forma una parte del álabe con respecto a una superficie horizontal o línea horizontal l1. También, la superficie horizontal o línea horizontal puede entenderse como

una superficie o línea que es perpendicular al eje central del cubo.

En detalle, la Figura 8A ilustra un estado en el que el ángulo de paso de una punta del álabe es α_1 , y la Figura 8B ilustra un estado en el que el ángulo de paso definido en una posición de radio que corresponde a aproximadamente el 70% del álabe desde el centro del cubo, es α_2 . Aquí, la posición de radio de aproximadamente el 70% puede ser entendida como una posición correspondiente a aproximadamente el 70% de una distancia desde el cubo hasta la punta del álabe.

Asimismo, la Figura 8C ilustra un estado en el que el ángulo de paso definido en una posición de radio que corresponde a aproximadamente el 40% del álabe 120 desde el centro del cubo, es α_3 .

Los ángulos de paso α_1 , α_2 y α_3 pueden ser expresados por la siguiente ecuación relacional.

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$$

Es decir, en el caso de la forma de álabe de conformidad con la técnica relacionada, el ángulo de paso se reduce gradualmente en dirección al interior del álabe. En este caso, puesto que la fuerza de rotación del álabe al actuar sobre el aire es menor, el rendimiento del ventilador puede verse perjudicado y pueden aumentar los ruidos.

Las Figuras 9A a 9C ilustran un estado en el que el ángulo de paso se incrementa gradualmente hacia el interior del álabe 120, es decir, el cubo, cuando se adopta la forma de álabe de acuerdo con la presente realización.

La Figura 9A ilustra un estado en el que el ángulo de paso de la punta 123 del álabe 120 es β_1 , y la Figura 9B ilustra un estado en el que el ángulo de paso definido en una posición de radio que corresponde a aproximadamente el 70% del álabe 120 desde el centro del cubo 110, es β_2 . También, la Figura 9C ilustra un estado en el que el ángulo de paso definido en una posición de radio que corresponde a aproximadamente el 40% del álabe 120 desde el centro del cubo 110, es β_3 .

Los ángulos de paso β_1 , β_2 y β_3 pueden ser expresados por medio de la siguiente ecuación relacional.

$$\beta_1 < \beta_2 < \beta_3$$

Es decir, en el caso de la forma de álabe de acuerdo con la presente realización, el ángulo de paso se incrementa gradualmente hacia el interior del álabe. En este caso, puesto que la fuerza de rotación del álabe al actuar sobre el aire es grande, puede mejorarse el rendimiento del ventilador y es posible reducir los ruidos.

La Figura 10 es un gráfico de los resultados que se obtienen comparando los cambios en el consumo de potencia del ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada y del ventilador axial de acuerdo con una realización, y la Figura 11 es un gráfico de los resultados que se obtienen comparando los cambios en el ruido del ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada y del ventilador axial de acuerdo con una realización.

Haciendo referencia a la Figura 10, se define la cantidad de aire como el eje X, y se define el consumo de potencia debido al funcionamiento del ventilador axial como el eje Y.

A medida que se incrementa la cantidad de aire, el consumo de potencia tiende a aumentar. También se observa que el grado de incremento en el consumo de potencia es más pequeño en el caso de adoptar el ventilador axial de acuerdo con una realización, en comparación con el caso de adoptar el ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada. Por lo tanto, cuando el ventilador axial de acuerdo con una realización está en funcionamiento, el consumo de potencia puede ser reducido en comparación con el del ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada.

Haciendo referencia a la Figura 11, la cantidad de aire se define como el eje X, y valores de ruido causados por el funcionamiento del ventilador axial se definen como el eje Y.

A medida que se incrementa la cantidad de aire, los valores del ruido tienden a aumentar. También se observa que el grado de aumento del ruido es más pequeño en el caso de adoptar el ventilador axial de acuerdo con una realización, en comparación con el caso de adoptar el ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada.

Por lo tanto, cuando el ventilador axial de acuerdo con la presente invención está en funcionamiento, los ruidos pueden ser reducidos en comparación con el ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada.

La Figura 12 es una vista gráfica que ilustra la vorticidad, o generación de remolinos, que se produce en torno al ventilador cuando el ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada está en funcionamiento, y la Figura 13 es una vista gráfica que ilustra la vorticidad que se produce en torno al ventilador cuando está funcionando el ventilador axial de acuerdo con una realización.

5 Haciendo referencia a la Figura 12, cuando el ventilador axial de acuerdo con la técnica relacionada está funcionando, se genera un flujo inestable, como se muestra por el símbolo de referencia S1, es decir, un fuerte vórtice o remolino, por un fenómeno de separación de flujo, o desprendimiento de capa límite, debido al rozamiento del aire en torno al cubo 110.

Además de ello, se observa que el flujo inestable se genera a un lado de la punta del álabe, debido a la influencia del fuerte vórtice, tal como se muestra por el símbolo de referencia S1.

10 Por otra parte, haciendo referencia a la Figura 13, cuando el ventilador axial de acuerdo con la presente realización está en funcionamiento, se observa que la vorticidad generada en torno al ventilador axial, esto es, el cubo 110 y la punta 123 del álabe 120, es más pequeña en comparación con el caso de la Figura 12.

15 Como se ha descrito anteriormente, el ventilador axial de acuerdo con las realizaciones puede tener una altura o un diámetro de cubo relativamente pequeños e incluir las primera y segunda partes de ala, en las que los álabes tienen curvaturas o gradientes diferentes entre sí. De esta forma, es posible evitar el vórtice que podría producirse en torno al ventilador.

20 De acuerdo con las realizaciones, puesto que el cubo tiene una altura y un diámetro relativamente pequeños y se ha mejorado la estructura de las primera y segunda partes de ala del álabe, es posible mejorar la eficiencia de funcionamiento del ventilador axial y pueden reducirse los ruidos de flujo.

25 Particularmente, la segunda parte de ala, que tiene la curvatura diferente de la de la primera parte de ala, incluyendo la punta del álabe, puede haberse dispuesto por dentro de la primera parte de ala con respecto a la parte delimitadora, como centro, y la segunda parte de ala puede haberse acoplado al cubo. Es posible, por lo tanto, hacer más compacto el ventilador axial para aumentar el área de flujo del aire que pasa a través del exterior del cubo.

30 También, el extremo delantero de la parte de unión con el cubo dispuesta en la segunda parte de ala, puede disponerse adyacente a la parte de superficie delantera del cubo, y el extremo trasero de la parte de unión con el cubo puede disponerse inclinada de manera tal, que el extremo trasero está más cerca de la parte de superficie trasera del cubo. Por lo tanto, incluso aunque el cubo se reduzca en altura, puede mantenerse el gran ángulo de paso del álabe.

35 También, puesto que el tubo tiene un pequeño tamaño, los costes requeridos para la fabricación del cubo pueden ser reducidos.

40 Si bien se han descrito realizaciones con referencia a un cierto número de realizaciones ilustrativas de las mismas, debe entenderse que es posible contemplar otras numerosas modificaciones y realizaciones por parte de los expertos de la técnica, que caigan dentro del alcance de la invención, el cual se define por las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

1. Un ventilador axial que comprende:

5 un cubo (110), al que está acoplado un árbol central (110a); y
una pluralidad de álabes (120), acoplados al cubo (110) de manera que roten,

de tal manera que cada uno de los álabes comprende:

10 una parte (121) de unión con el cubo, que define un extremo interior del álabe (120), de tal modo que la parte (121) de unión con el cubo está acoplada a una parte de superficie circunferencial exterior del cubo (110);
una punta (123), que define un extremo exterior del álabe (120);
15 una primera parte de ala (130), que se extiende desde la punta (123) en una dirección radial interior; y
una segunda parte de ala (140), que se extiende desde la primera parte de ala (130) hacia el cubo (110), de tal manera que las primera y segunda partes de ala (130, 140) se han configurado para formar una pendiente con respecto a un plano perpendicular al árbol central, de tal modo que
20 el cubo (110) tiene una forma cilíndrica, y
el cubo (110) comprende:

25 una parte de superficie delantera (112), situada de cara a una dirección de descarga;
una parte de superficie trasera (114), situada de cara a una dirección de soplado de aire; y
una parte de superficie circunferencial exterior (113), que define una circunferencia exterior de la forma cilíndrica,

de tal manera que cada álabe comprende una parte delimitadora (135), que divide la primera parte de ala (130) con respecto a la segunda parte de ala (140), y
30 cada álabe está doblado por la parte delimitadora de manera tal, que la segunda parte de ala se extiende desde la parte delimitadora radialmente hacia dentro, más hacia la parte de superficie delantera del cubo que una prolongación virtual radialmente hacia dentro de la primera parte de ala, desde la parte delimitadora,

de tal modo que cada álabe comprende, adicionalmente:

35 un borde de ataque (125), que define un extremo delantero según el sentido de rotación; y
un borde de salida (126), que define un extremo trasero según el sentido de rotación,
de tal manera que la parte delimitadora (135) comprende:

40 un primer extremo (135a), formado en el borde de salida (126); y
un segundo extremo (135b), formado en el borde ataque (125), y

de modo que el ángulo en el que el álabe está doblado en el segundo extremo (135b) es mayor que el ángulo en el que el álabe está doblado en el primer extremo (135a),

45 y de manera que el ángulo de paso ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$) de cada álabe aumenta gradualmente desde la punta hacia el cubo a lo largo de la primera parte de ala, siendo el ángulo de paso el ángulo de una parte del álabe que se extiende a modo de cuerda, con respecto al plano perpendicular al árbol central.

50 2. El ventilador axial de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la segunda parte de ala (140) se extiende desde el primer extremo (135a) hacia el cubo (110) en una dirección correspondiente a la dirección de prolongación de la primera parte de ala (130) cerca del primer extremo, y el álabe está doblado en un ángulo preestablecido en el segundo extremo, de tal manera que la segunda parte de ala (140) se extiende desde el segundo extremo (135b) hacia el cubo en el ángulo preestablecido con respecto a la dirección de prolongación de la primera parte de ala (130) cerca del segundo extremo.

55 3. El ventilador axial de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual el ángulo entre la primera parte de ala (130) y la segunda parte de ala (140) es aproximadamente 0° en el primer extremo (135a), y oscila sustancialmente entre 50° y 70° en el segundo extremo (135b).

60 4. El ventilador axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual la longitud axial de una parte en la que se acoplan la parte (121) de unión con el cubo y la parte de superficie circunferencial exterior (113) del cubo (110), es variable en un sentido horario o antihorario.

65 5. El ventilador axial de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual la parte (121) de unión con el cubo comprende:

un extremo delantero (121a), que se extiende adyacente a la parte de superficie delantera del cubo (110); y un extremo trasero (121b), que se extiende inclinado con respecto a la parte de superficie trasera del cubo (110).

5

6. El ventilador axial de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la pluralidad de álabes rotan en un sentido antihorario; y

10

en el cual la distancia entre el extremo delantero (121a) y el extremo trasero (121b) se incrementa gradualmente en el sentido antihorario de la parte de superficie circunferencial exterior (113) del cubo (110) y disminuye gradualmente en el sentido horario de la parte de superficie circunferencial exterior (113) del cubo (110).

15

7. El ventilador axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual se define un círculo virtual (C) que une las puntas (123) de la pluralidad de álabes (120) entre sí, y una relación entre un radio (R1) del círculo virtual y un radio (R2) de la parte de superficie circunferencial exterior (113), desde el centro del cubo (110), oscila entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 25%.

20

8. El ventilador axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las primera y segunda partes de ala (130, 140) están integradas la una con la otra.

9. El ventilador axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual el ángulo con el que la primera parte de ala (130) está inclinada con respecto al plano perpendicular al árbol central, es diferente del ángulo con el que la segunda parte de ala (140) está inclinada con respecto al plano perpendicular al árbol central.

25

10. El ventilador axial de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual el ángulo con el que la primera parte de ala (130) está inclinada con respecto a una dirección axial del árbol central (110a), es mayor que el ángulo con el que la segunda parte de ala (140) está inclinada con respecto a una dirección axial del árbol central (110a).

Fig. 1

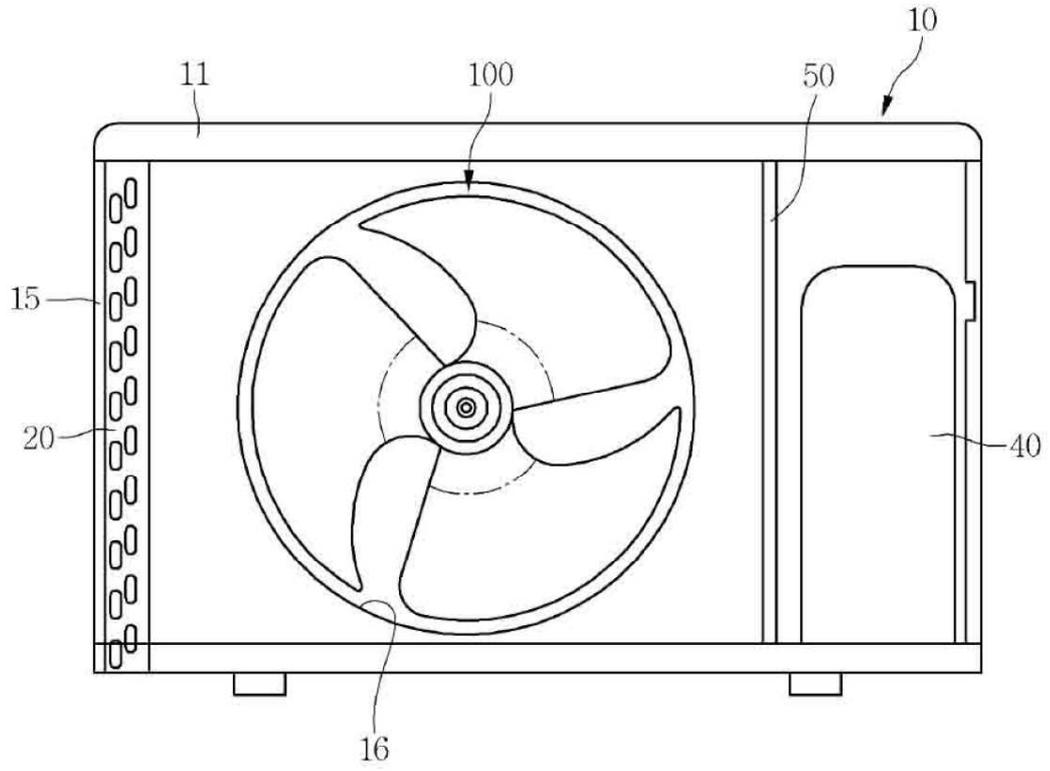


Fig. 2

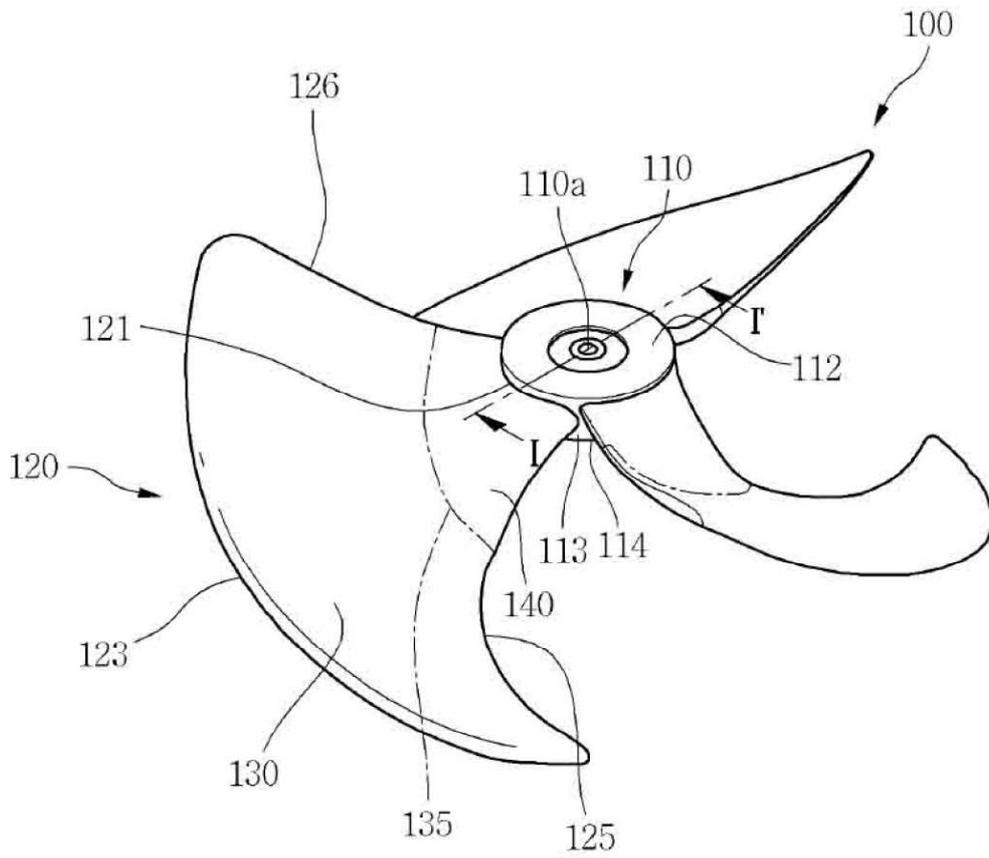


Fig. 3

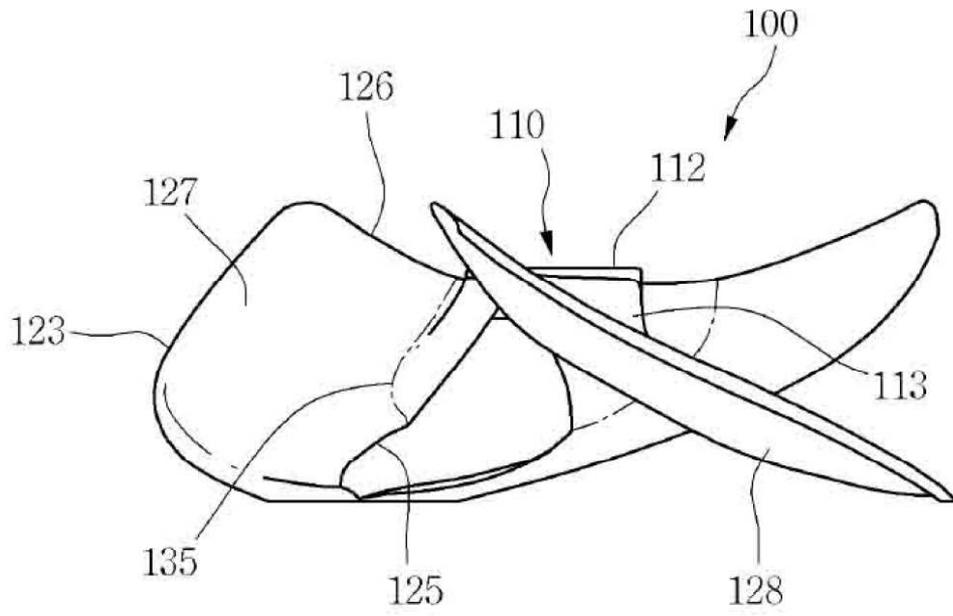


Fig. 4

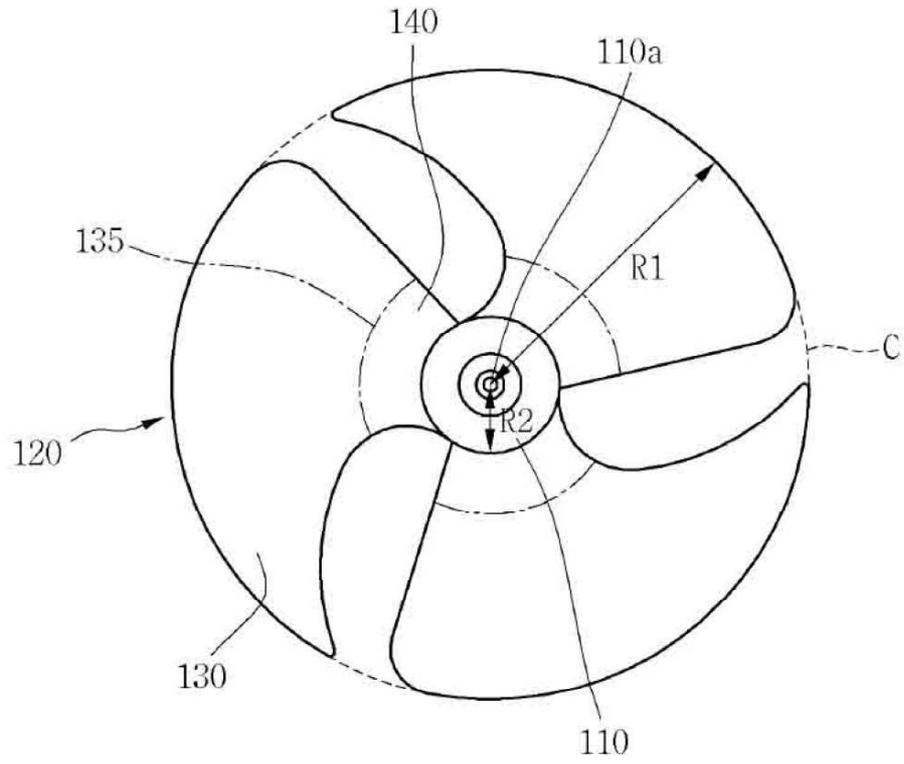


Fig. 5

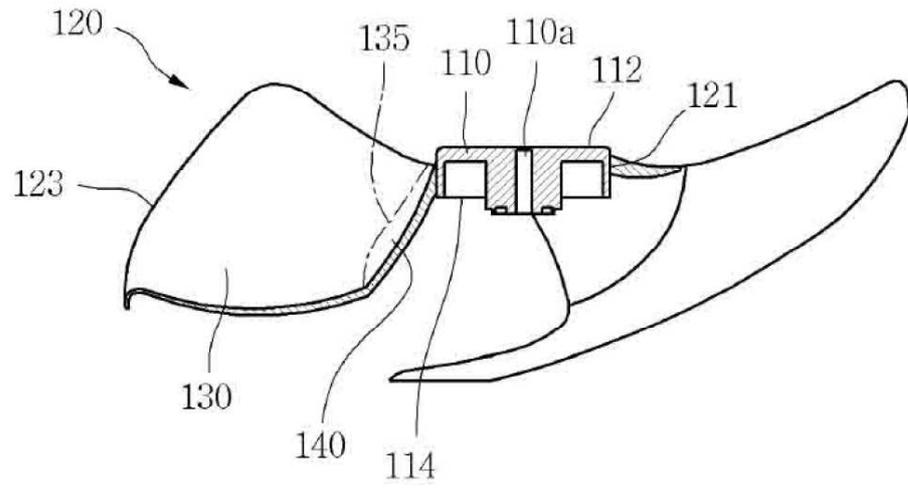


Fig. 6

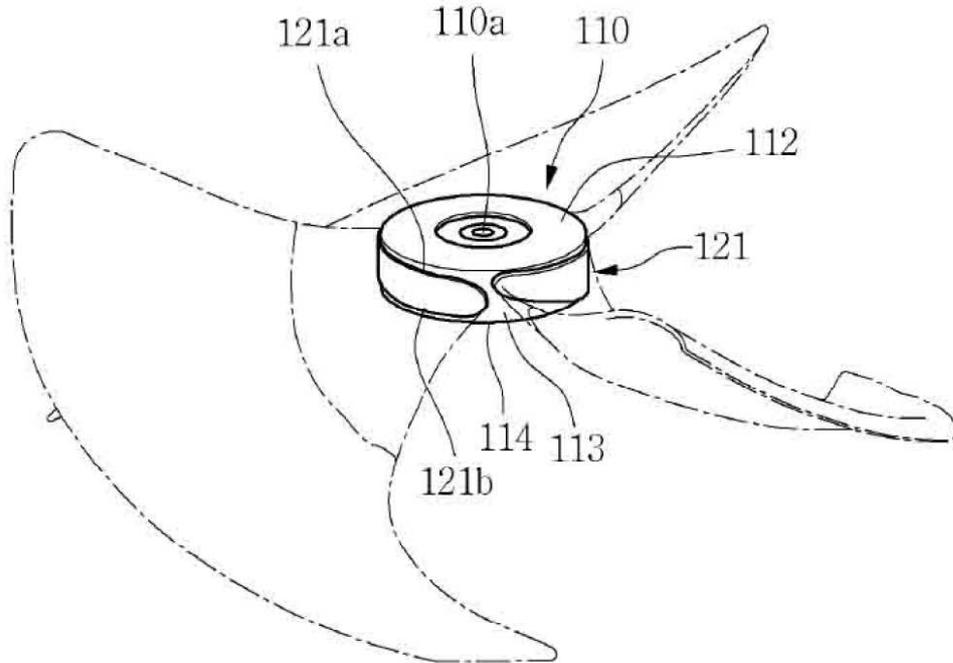


Fig. 7

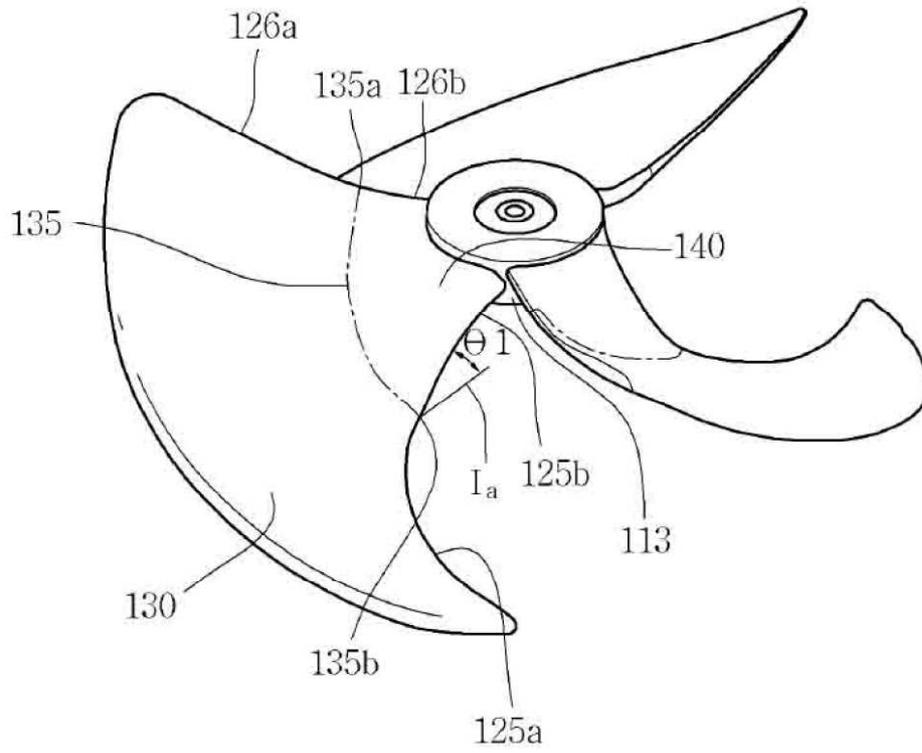


Fig. 8a

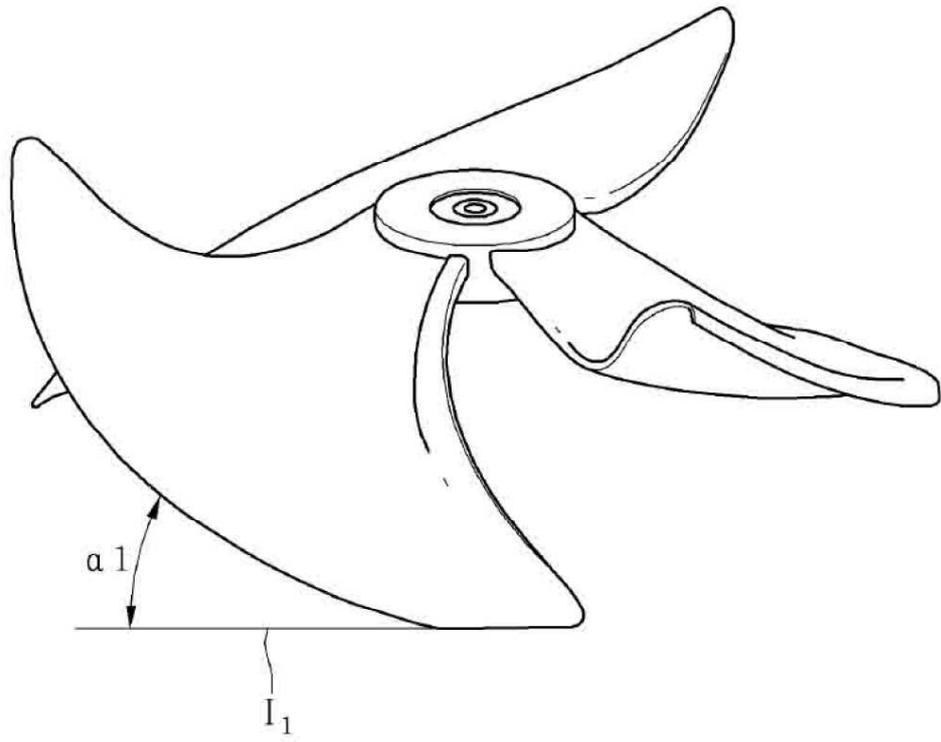


Fig. 8b

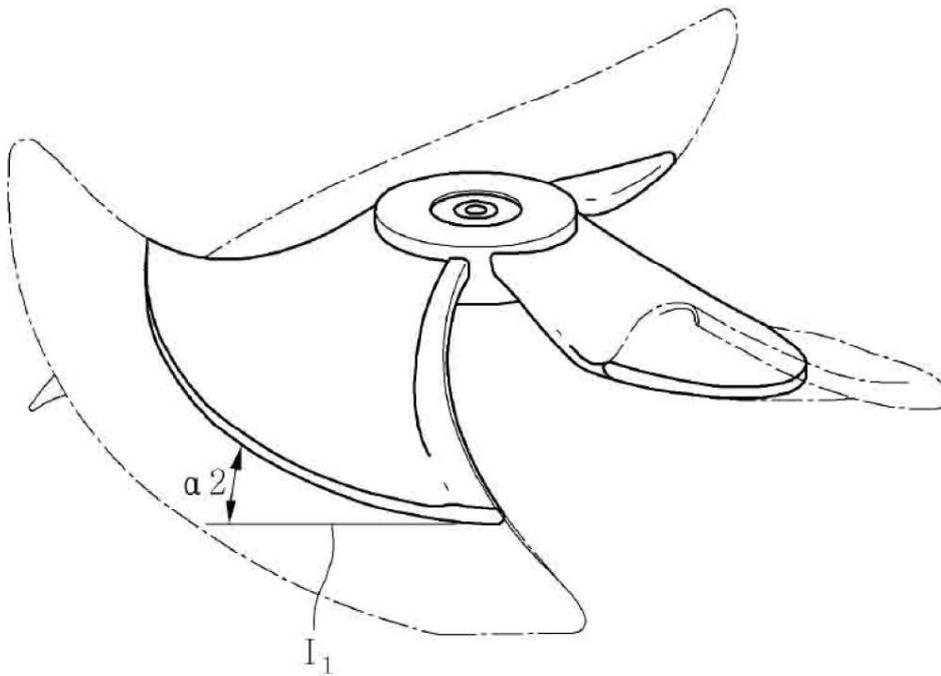


Fig. 8c

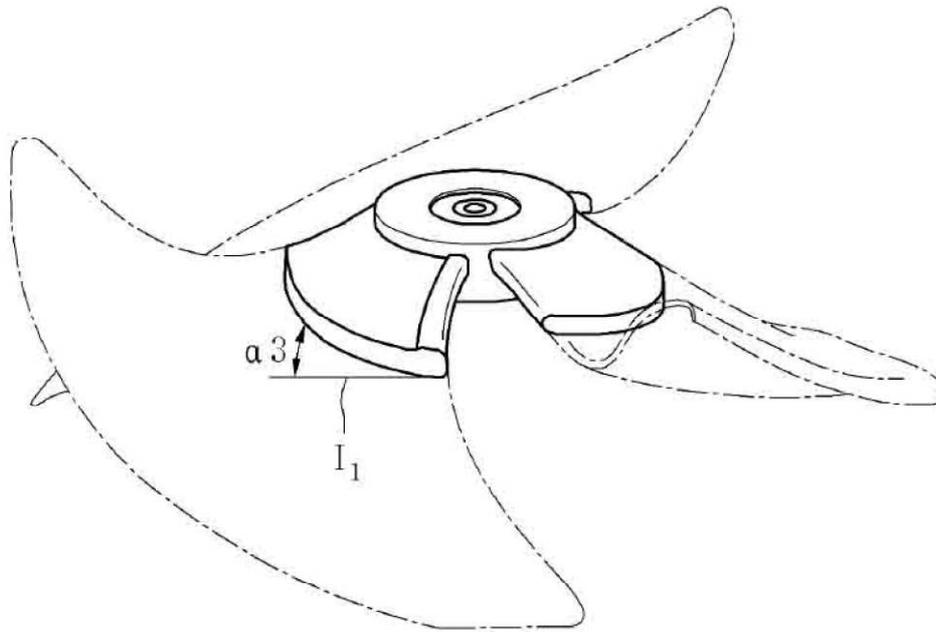


Fig. 9a

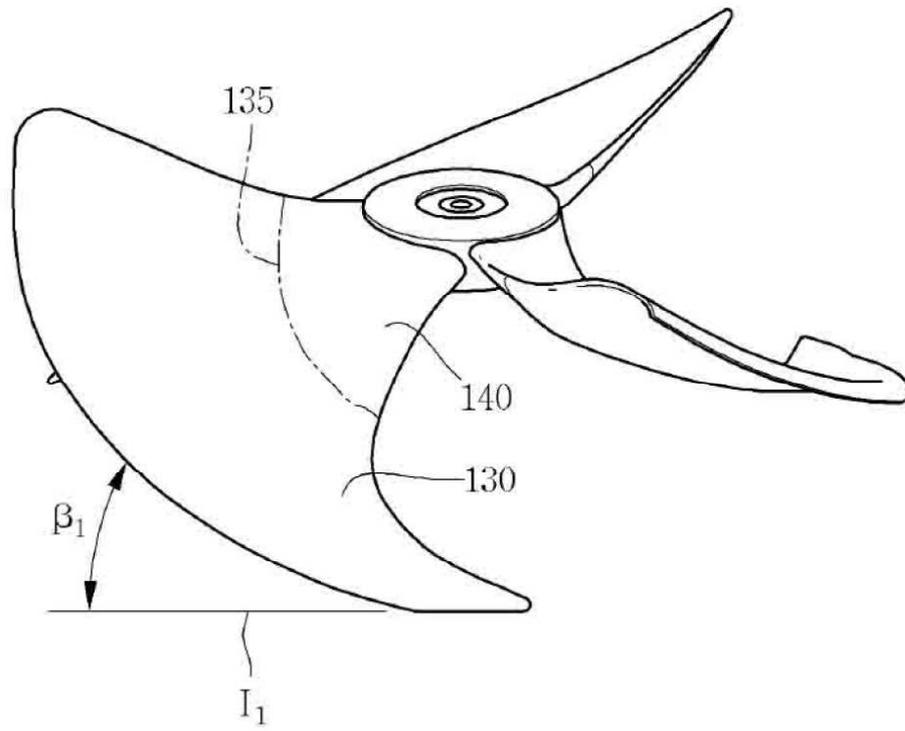


Fig. 9b

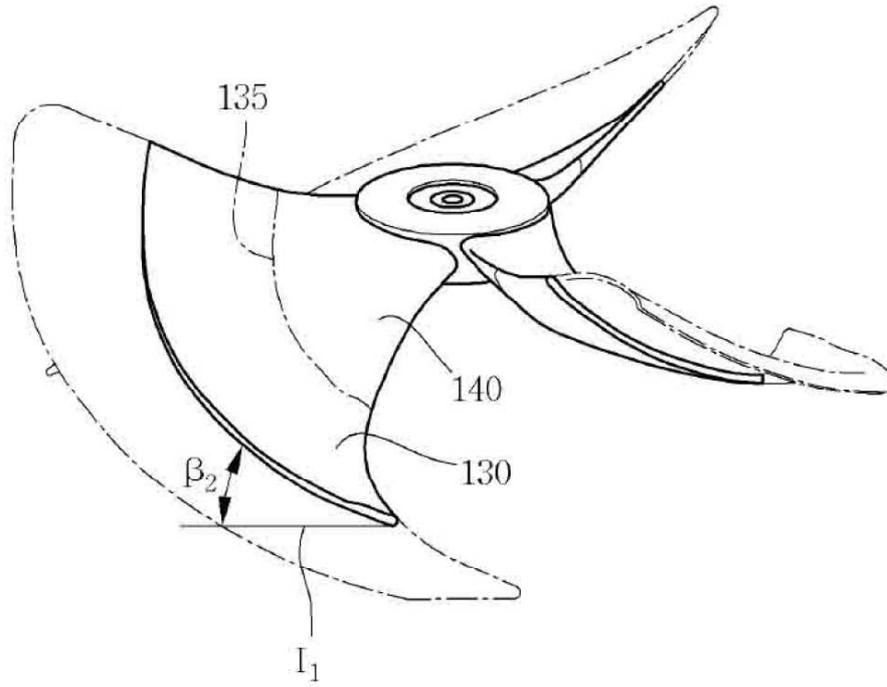


Fig. 9c

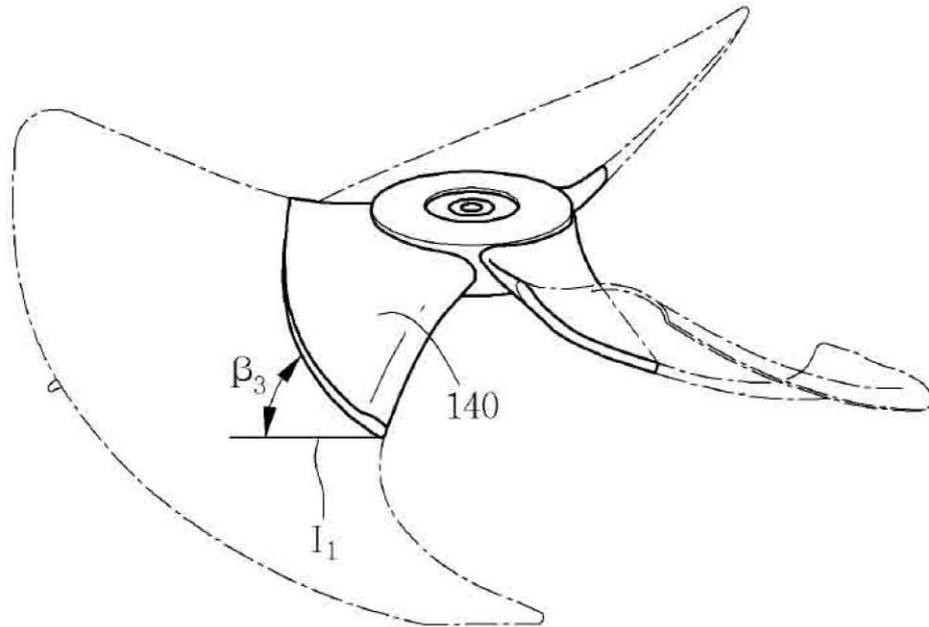


Fig. 10

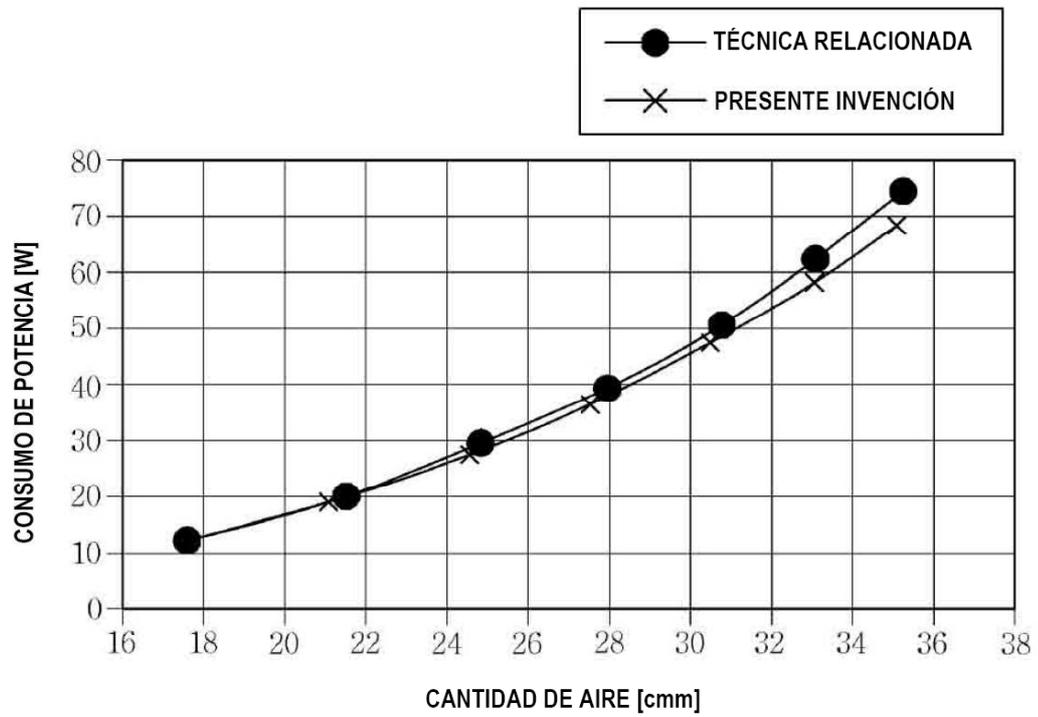


Fig. 11

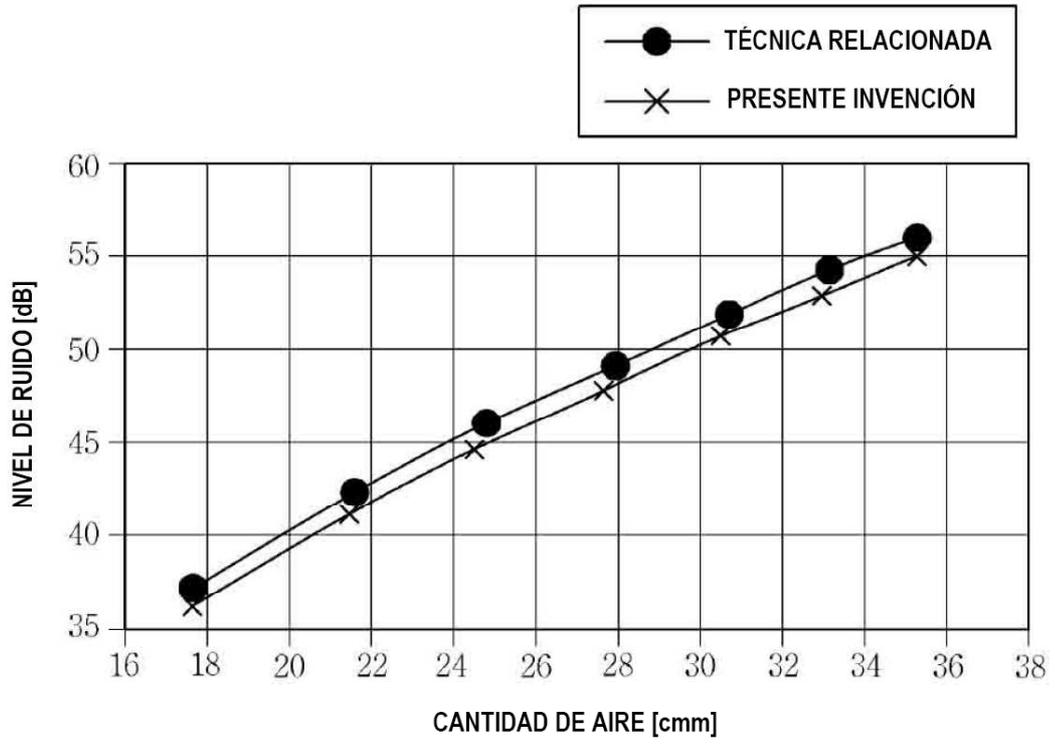


Fig. 12

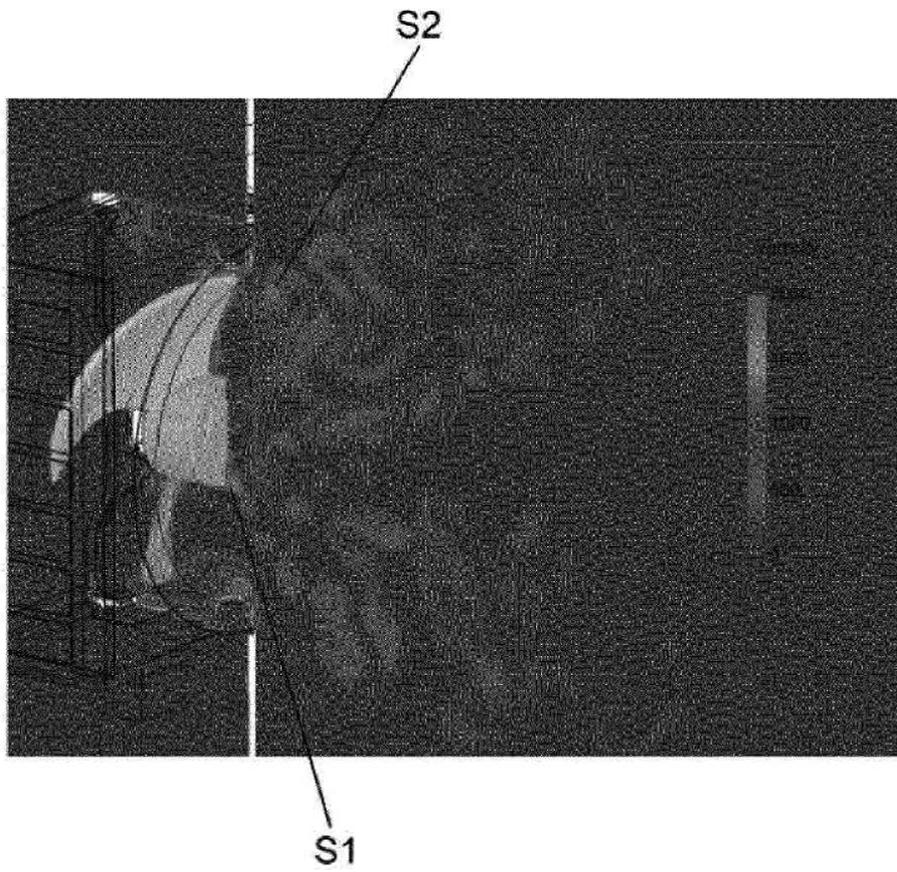


Fig. 13

