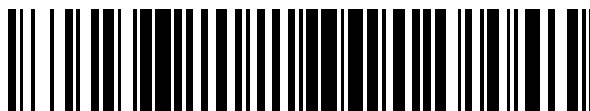


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 802 991**

51 Int. Cl.:

**F04D 17/04** (2006.01)

**F04D 29/30** (2006.01)

**F01D 5/26** (2006.01)

**F04D 29/28** (2006.01)

**F04D 29/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2014 PCT/JP2014/083574**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15098700**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2014 E 14873315 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3088742**

54 Título: **Ventilador de múltiples palas**

30 Prioridad:

**27.12.2013 JP 2013272150**

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

**22.01.2021**

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)  
Umeda Center Building, 4-12 Nakazaki-nishi 2-  
chome, Kita-ku  
Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**UDA, MASAFUMI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 802 991 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Ventilador de múltiples palas

**Campo técnico**

La presente invención se refiere a un ventilador de flujo cruzado u otro tipo de ventilador de múltiples palas.

**5 Técnica anterior**

Hay sopladores conocidos convencionalmente en los que se usa un ventilador de flujo cruzado u otro tipo de ventilador de múltiples palas, en el que el ruido del viento se produce por múltiples palas. Para contrarrestar un componente de ruido del viento que tiene una frecuencia fundamental relacionada con el número de rotaciones N y el número de palas Z (denominado en lo sucesivo "ruido NZ") desde dentro del ruido del viento, valores del ángulo del paso entre las palas del ventilador de flujo cruzado están dispuestos aleatoriamente (disposición de ángulo de paso aleatorio), por lo que la disposición del ángulo de paso entre palas se varía para reducir el ruido. Tal variación de la disposición del ángulo de paso entre palas produce aumentos/disminuciones y/o distorsión de tiempo en la fluctuación de la presión acústica, lo que provoca el ruido NZ, para compensar el tiempo en el que se genera el ruido NZ, lo que hace posible minimizar los aumentos de ruido desagradable al reducir la notoriedad del ruido NZ que tiene una frecuencia característica.

Sin embargo, en los métodos convencionales para determinar tales disposiciones de ángulo de paso entre palas aleatoriamente, la cantidad en la que se reduce el ruido NZ cambia para cada determinación de la disposición, lo que da como resultado un método de solución impredecible y *ad hoc*. Además, hay muchos casos en los que la disposición determinada aleatoriamente coincide casualmente con una disposición del ángulo de paso entre palas en la que el ruido es notorio a bajas frecuencias; para obtener una disposición óptima en la que se suprime el ruido notorio a bajas frecuencias mientras se reduce significativamente el ruido NZ, es necesario realizar repetidamente un procedimiento de prueba y error. Este no es un método eficiente para determinar la disposición del ángulo de paso entre palas para sopladores en los que los ventiladores de flujo cruzado tienen especificaciones diferentes, como por ejemplo con respecto al número de palas.

En el método para determinar la disposición del ángulo de paso entre palas descrito en, por ejemplo, el documento de patente 1 (patente japonesa n.º 3484854), se confiere una disposición tal que se obtiene una forma de onda sinusoidal de un orden particular cuando la disposición del ángulo de paso entre palas se expande en una serie de Fourier. Cuando la disposición del ángulo de paso entre palas se determina de esta manera, el ruido NZ está vinculado a la reducción del ruido de banda ancha de baja frecuencia.

Además, el documento US 6.345.951 B1 da a conocer un ventilador de flujo cruzado de un acondicionador de aire para reducir el ruido y la vibración producidos debido a una rotación del ventilador de flujo cruzado, por una mejora en una disposición de palas que tiene una regularidad en su conjunto y una irregularidad como unidades respectivas. Un ventilador de flujo cruzado de este tipo está instalado en una unidad interior del acondicionador de aire, y tiene una pluralidad de palas que funcionan para hacer circular el aire interior. Las palas del ventilador de flujo cruzado se dividen en una pluralidad de grupos de palas que consisten en un número uniforme de palas, y las palas en el mismo grupo de palas están dispuestas en ángulos que aumentan uniformemente, mientras que el patrón de la disposición de palas en todos los grupos de palas completos está formado uniformemente.

El documento US 2003/0192337 A da a conocer un ventilador de flujo cruzado y un acondicionador de aire equipado con el mismo, incluyendo el ventilador de flujo cruzado una pluralidad de bordes anulares dispuestos a intervalos regulares a lo largo de una dirección horizontal, y una pluralidad de palas en una superficie lateral del borde de manera vertical con respecto al mismo, y a lo largo una dirección de circunferencia de la llanta, en la que los ángulos de paso entre dos palas adyacentes no son regulares, tomando el ángulo de paso el centro del borde como ápice, y el número de palas es de 32 ó 35. Los ángulos de paso de las palas están diseñados por un método de optimización informático que toma el número de las palas y similares como parámetros.

**45 Sumario de la invención**

<Problema técnico>

Sin embargo, aunque el ruido NZ y el ruido de banda ancha de baja frecuencia se reducen en el método de determinación del documento de patente 1, el ruido de rotación del ventilador de flujo cruzado que tiene el orden usado en la onda sinusoidal; es decir, el ruido de frecuencia discreta relacionado con una velocidad de rotación (denominado a continuación "ruido N") solo es cada vez más notorio de forma independiente. Este ruido notorio de forma independiente, de baja frecuencia es un ruido anómalo desagradable similar al ruido NZ, que inhibe una propiedad de reducción de ruido destinada a mejorar el ventilador de múltiples palas.

El problema de la presente invención es proporcionar un ventilador de múltiples palas en el que se minimiza la notoriedad del ruido del viento, el ruido de banda ancha de baja frecuencia y el ruido específico de frecuencia discreta, y en el que se potencia la propiedad de reducción de ruido.

<Solución al problema>

La reivindicación 1 define un ventilador de múltiples palas según la presente invención. La reivindicación dependiente 2 se refiere a una realización preferida.

5 Un ventilador de múltiples palas según un primer aspecto de la presente invención comprende: un cuerpo de soporte que rota alrededor de un árbol rotatorio; y una pluralidad de palas sujetas al cuerpo de soporte de modo que un ángulo de paso entre palas con respecto al árbol rotatorio adopta una disposición prescrita, extendiéndose las palas a lo largo de una dirección axial del árbol rotatorio; estando dispuestas la pluralidad de palas de tal manera que, con respecto a los valores de amplitud de las funciones periódicas en órdenes individuales cuando la disposición prescrita se expande en una serie periódica de Fourier, el valor de amplitud máximo es menor del 200% del segundo valor de amplitud más grande.

10 En el ventilador de múltiples palas según el primer aspecto, puesto que el valor de amplitud máximo es menor del 200% del segundo valor de amplitud más grande con respecto a los valores de amplitud de las funciones periódicas en órdenes individuales cuando la disposición prescrita se expande en una serie periódica de Fourier, la inhibición de la reducción de ruido, causada por la notoriedad de sólo un orden que tiene la amplitud máxima y la producción de ruido desagradable de baja frecuencia, se mitiga.

15 Un ventilador de múltiples palas según un segundo aspecto de la presente invención es el ventilador de múltiples palas según el primer aspecto de la presente invención, en el que la pluralidad de palas están dispuestas de manera que, con respecto a los valores de amplitud de las funciones periódicas en órdenes individuales de la serie periódica de Fourier, el segundo valor de amplitud más grande y el tercer valor de amplitud más grande están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo.

20 En el ventilador de múltiples palas según el segundo aspecto, puesto que la función periódica que tiene el segundo valor de amplitud más grande y la función periódica que tiene el tercer valor de amplitud más grande tienen un valor de amplitud que está dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo, las magnitudes de los valores de amplitud de las funciones periódicas que tienen valores de amplitud relativa grandes no están muy alejadas entre sí; por lo tanto, los efectos de que no sólo la función periódica tiene el valor de amplitud máximo sino también la función periódica tiene el segundo valor de amplitud más grande son insignificantes.

25 Un ventilador de múltiples palas según un tercer aspecto de la presente invención es el ventilador de múltiples palas según el segundo aspecto de la presente invención, en el que la pluralidad de palas están dispuestas de tal manera que los valores de amplitud de las funciones periódicas en un número de órdenes igual a o mayor de un tercio del número total de órdenes de las series periódicas de Fourier están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo.

30 En el ventilador de múltiples palas según el tercer aspecto, puesto que el número de órdenes que tienen valores de amplitud relativa grandes, de modo que la magnitud de los valores de amplitud de las funciones periódicas están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo, representa un tercio o más del número total de órdenes, los efectos de que no sólo la función periódica tiene el valor de amplitud máximo sino también otras funciones periódicas tienen valores de amplitud grandes son insignificantes.

35 Un ventilador de múltiples palas según un cuarto aspecto de la presente invención es el ventilador de múltiples palas según el tercer aspecto de la presente invención, en el que la pluralidad de palas están dispuestas de manera que los valores de amplitud de las funciones periódicas en una serie de órdenes iguales a o mayores de la mitad del número total de órdenes de las series periódicas de Fourier están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo.

40 En el ventilador de múltiples palas según el cuarto aspecto, puesto que el número de órdenes que tienen valores de amplitud relativa grandes, de modo que la magnitud de los valores de amplitud de las funciones periódicas están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo, representa la mitad o más del número total de órdenes, los efectos de que no sólo la función periódica tiene el valor de amplitud máximo sino también otras funciones periódicas tienen valores de amplitud grandes son insignificantes.

45 Un ventilador de múltiples palas según un quinto aspecto de la presente invención es el ventilador de múltiples palas según cualquiera de los aspectos primero a cuarto de la presente invención, en el que la pluralidad de palas es tal que se realiza una selección de órdenes inferiores donde el orden de una función periódica que tiene un valor de amplitud dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo es de dos o mayor.

50 En el ventilador de múltiples palas según el quinto aspecto, puesto que los valores de amplitud de las funciones periódicas de lado de orden bajo se agrupan para estar dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo, el efecto para dispersar el ruido NZ se potencia.

55 Un ventilador de múltiples palas según un sexto aspecto de la presente invención es el ventilador de múltiples palas según cualquiera de los aspectos primero a quinto de la presente invención, en el que la pluralidad de palas están dispuestas de manera que un valor de amplitud de primer orden cuando la disposición prescrita se expande en una

serie periódica de Fourier es cero.

En el ventilador de múltiples palas según el sexto aspecto, puesto que el valor de amplitud de una función periódica de primer orden es cero, el centro de gravedad no se desvía significativamente del árbol.

<Efectos ventajosos de la invención>

5 En el ventilador de múltiples palas según el primer aspecto de la presente invención, es posible no sólo reducir el ruido del viento y el ruido de banda ancha de baja frecuencia, sino también suprimir la notoriedad del ruido específico de frecuencia discreta y potenciar una propiedad de reducción de ruido.

En el ventilador de múltiples palas según el segundo aspecto de la presente invención, se mitiga la incomodidad del ruido generado junto con la rotación del ventilador de múltiples palas.

10 En el ventilador de múltiples palas según el tercer aspecto de la presente invención, se potencia el efecto para mitigar la incomodidad del ruido generado junto con la rotación del ventilador de múltiples palas.

En el ventilador de múltiples palas según el cuarto aspecto de la presente invención, se potencia el efecto para mitigar la incomodidad del ruido generado junto con la rotación del ventilador de múltiples palas.

15 En el ventilador de múltiples palas según el quinto aspecto de la presente invención, se obtiene un ventilador de múltiples palas que tiene un alto efecto de dispersión de ruido NZ.

En el ventilador de múltiples palas según el sexto aspecto de la presente invención, es posible minimizar los problemas debidos a la interrupción del equilibrio rotacional.

#### Breve descripción de los dibujos

20 La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de una unidad interior en un aparato de acondicionamiento de aire;

la Figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un impulsor de un ventilador de flujo cruzado según una primera realización;

la Figura 3 es una vista desde arriba para ilustrar la disposición de una pluralidad de palas del ventilador de flujo cruzado;

25 la Figura 4 es un gráfico que muestra un ejemplo de una relación entre el orden de la función seno y el valor de amplitud según una realización;

la Figura 5 es un gráfico para ilustrar disposiciones de ángulo de paso entre palas;

la Figura 6 es un gráfico que muestra un ejemplo de una relación convencional entre el orden de la función seno y el valor de amplitud;

30 la Figura 7 es un gráfico que muestra un ejemplo de una relación convencional entre el orden de la función seno y el valor de amplitud;

la Figura 8 es un gráfico que muestra valores de ruido para cada frecuencia de orden de rotación generada por un ventilador de flujo cruzado que tiene las características ilustradas en la Figura 4;

35 la Figura 9 es un gráfico que muestra valores de ruido para cada frecuencia de orden de rotación generada por un ventilador de flujo cruzado que tiene las características ilustradas en la Figura 6; y

la Figura 10 es un gráfico que muestra valores de ruido para cada frecuencia de orden de rotación generada por un ventilador de flujo cruzado que tiene las características ilustradas en la Figura 7.

#### Descripción de realizaciones

(1) Ventilador de flujo cruzado dentro de la unidad interior

40 A continuación se describe un ventilador de flujo cruzado según una primera realización de la presente invención a través del ejemplo de un ventilador de flujo cruzado instalado en una unidad interior de un aparato de acondicionamiento de aire. La Figura 1 es una vista esquemática de una sección transversal de una unidad 1 interior de un aparato de acondicionamiento de aire. La unidad 1 interior comprende una carcasa 2 principal, un filtro 3 de aire, un intercambiador 4 de calor interior, un ventilador 10 de flujo cruzado, una aleta 5 vertical y una aleta 6 horizontal.

45 Como se muestra en la Figura 1, el filtro 3 de aire está dispuesto aguas abajo de un orificio 2a de admisión en una superficie de techo de la carcasa 2 principal para estar orientado hacia el orificio 2a de admisión. El intercambiador 4

de calor interior está dispuesto más abajo aguas abajo del filtro 3 de aire. El intercambiador 4 de calor interior se configura acoplando un intercambiador 4a de calor de lado de superficie frontal y un intercambiador 4b de calor de lado de superficie posterior para formar una forma de V inversa tal como se ve desde una superficie lateral. El intercambiador 4a de calor de lado de superficie frontal y el intercambiador 4b de calor de lado de superficie posterior se configuran uniendo una pluralidad de aletas de placa a un tubo de transferencia de calor alineado en paralelo con una dirección de ancho de la unidad 1 interior. Todo el aire interior que pasa a través del orificio 2a de admisión y llega al intercambiador 4 de calor interior pasa a través del filtro 3 de aire, y la suciedad y la arena del aire interior se eliminan del mismo. El aire interior que se ha aspirado a través del orificio 2a de admisión y hecho pasar a través del filtro 3 de aire se somete a intercambio de calor y acondicionamiento de aire cuando pasa entre las aletas de placa del intercambiador 4a de calor de lado de superficie frontal y el intercambiador 4b de calor de lado de superficie posterior.

El ventilador 10 de flujo cruzado, que tiene una forma sustancialmente cilíndrica, se proporciona aguas abajo del intercambiador 4 de calor interior para extenderse longitudinalmente a lo largo de una dirección de ancho de la carcasa 2 principal. El ventilador 10 de flujo cruzado está dispuesto en paralelo con el intercambiador 4 de calor interior. El ventilador 10 de flujo cruzado comprende un impulsor 20 dispuesto en un espacio rodeado para estar intercalado en la forma de V inversa del intercambiador 4 de calor interior, y un motor de ventilador (no mostrado) configurado y dispuesto para accionar el impulsor 20. El ventilador 10 de flujo cruzado genera un flujo de aire desde el intercambiador 4 de calor interior hacia un elemento 2b de ventilación mediante la rotación del impulsor 20 en un sentido A1 que se muestra mediante flechas en la Figura 1 (es decir, en sentido horario). Específicamente, el ventilador 10 de flujo cruzado es un ventilador transversal, configurado de tal manera que el flujo de aire pasa transversalmente a través del ventilador 10 de flujo cruzado.

Un lado de superficie posterior de un conducto de ventilación unido al elemento 2b de ventilación aguas abajo del ventilador 10 de flujo cruzado está configurado a partir de un elemento 2c de voluta. Un extremo inferior del elemento 2c de voluta está acoplado a un borde inferior de una abertura del elemento 2b de ventilación. Para guiar el aire interior, que se ventila hacia fuera desde el ventilador 10 de flujo cruzado, suave y silenciosamente hacia el elemento 2b de ventilación, una superficie de guía del elemento 2c de voluta tiene una forma curva suave que tiene un centro de curvatura en el lado del ventilador 10 de flujo cruzado como se observa en sección transversal. Una parte 2d de lengüeta está formada en el lado de superficie frontal del ventilador 10 de flujo cruzado, y una superficie superior del conducto de ventilación que es continua desde la parte 2d de lengüeta está acoplada a un borde superior del elemento 2b de ventilación. La dirección en la que se ventila hacia fuera el flujo de aire desde el elemento 2b de ventilación se ajusta usando la aleta 5 vertical y la aleta 6 horizontal.

## (2) Estructura de pala del ventilador de flujo cruzado

La Figura 2 muestra una estructura esquemática del impulsor 20 del ventilador 10 de flujo cruzado. El impulsor 20 está configurado de manera que, por ejemplo, las placas 21, 24 de extremo y una pluralidad de bloques 30 de ventilador están unidos entre sí. En el presente ejemplo, siete bloques 30 de ventilador están unidos entre sí. Una placa 21 de extremo está dispuesta en un extremo del impulsor 20, y se proporciona un árbol 22 rotatorio metálico a lo largo de un eje central O. Cada uno de los bloques 30 de ventilador comprende una pluralidad de palas 100 y una placa 50 de soporte anular.

La Figura 3 muestra la disposición de una pluralidad de palas 100 sujetas a la placa 50 de soporte de uno de los bloques 30 de ventilador. La pluralidad de palas 100 mostradas en la Figura 3 comprenden 35 palas, desde una primera pala 101 hasta una 35ª pala 135. En la Figura 3, las líneas de cadena que se extienden radialmente desde un centro de la placa 50 de soporte indican líneas de referencia BL configuradas y dispuestas para determinar los ángulos de paso entre palas Pt1-Pt35. En una vista desde arriba, las líneas de referencia BL son líneas tangentes que pasan a través del centro de la placa 50 de soporte y entran en contacto con los lados periféricos exteriores de pala de cada una de las palas 101-135 primera a 35ª. El ángulo formado por la línea de referencia BL de la primera pala 101 y la línea de referencia BL de la segunda pala 102 es un primer ángulo de paso entre palas Pt1, el ángulo formado por la línea de referencia BL de la segunda pala 102 y la línea de referencia BL de la tercera pala 103 es un segundo ángulo de paso entre palas Pt2, etc.; el ángulo formado por la línea de referencia BL de la 35ª pala 135 y la línea de referencia BL de la primera pala 101 es un 35º ángulo de paso entre palas Pt35. En las descripciones que figuran a continuación, los números de símbolo desde el primer ángulo de paso entre palas Pt1 hasta el 35º ángulo de paso entre palas Pt35 se denominan "números de paso". Específicamente, el número de paso del primer ángulo de paso entre palas Pt1 es 1, el número de paso del segundo ángulo de paso entre palas Pt2 es 2, etc., y el número de paso del 35º ángulo de paso entre palas Pt35 es 35.

En el bloque de ventilador del ventilador 10 de flujo cruzado en la Figura 3, el valor  $\theta_k$  del  $k^{\text{ésimo}}$  ángulo de paso entre palas Ptk del número de paso  $k$  (donde  $k = 1, \dots, 35$ ) está dispuesto en una disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  dada por la fórmula (1), expandiéndose la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  en una serie periódica de Fourier. En la fórmula (1),  $Z$  indica el número de palas 100 dispuestas alrededor de la circunferencia, y  $M$  indica el valor de orden máximo. El valor máximo del orden de las funciones seno viene dado por el entero más grande que no excede el valor obtenido al dividir el número de palas por 2.

<Fórmula 1>

$$\theta_k = \theta_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \cdot \text{sen} \left( 2\pi \frac{mk}{Z} + \beta_m \right)$$

$$(k=1, \Lambda, Z), \left( \begin{array}{l} M = \frac{Z}{2} \text{ (donde } Z \text{ es par)} \\ M = \frac{(Z-1)}{2} \text{ (donde } Z \text{ es impar)} \end{array} \right) \dots (1)$$

En la fórmula, Z es un número natural igual o mayor de 6;

$k = 1, \Lambda, Z$  (donde  $k$  es un número natural);

5  $m = 1, \Lambda, M$  (donde  $m$  es un número natural);

$\theta_k$  = disposición de cada uno de los ángulos de paso entre palas (grado);

$$\theta_0 = \frac{360}{Z} \text{ (ángulo en el caso de pasos de intervalos iguales) (grado);}$$

$\alpha_m$  = valor de amplitud de funciones seno de orden  $m$ ; y

$\beta_m$  = cambio de fase de funciones seno de orden  $m$ .

10 La disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  se determina de acuerdo con las siguientes estipulaciones.

En la fórmula (1), con respecto a un valor de amplitud  $\alpha_m$  de las funciones seno de órdenes individuales  $m$ , cuando el valor de amplitud máximo se designa como  $\alpha_{\text{máx.}}$  y el segundo valor de amplitud más grande se designa como  $\alpha_{2^\circ}$ , los valores de amplitud se determinan para satisfacer la relación  $\alpha_{\text{máx.}} < 2 \times \alpha_{2^\circ}$ . Específicamente, la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  es una disposición en la que el valor de amplitud máximo  $\alpha_{\text{máx.}}$  es menor del 200% del segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^\circ}$ . Tal disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  se denomina a continuación una "disposición de bajo ruido N".

15

La Figura 4 es un gráfico que muestra un ejemplo de la relación entre el orden de la función seno y el valor de amplitud, para formar una disposición de bajo ruido N. Debido a que hay 35 palas en la pluralidad de palas 100, es posible representar la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  mediante el uso de la suma de la función seno de primer orden a través de la función seno de 17º orden cuando la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  se expande en una serie periódica de Fourier usando funciones seno.

20

Como se muestra en la Figura 4, el valor de amplitud  $\alpha_1$  de la función seno de primer orden es 0. Los valores de amplitud  $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  desde la función seno de segundo orden hasta la función seno de quinto orden son todos 250. Los valores de amplitud  $\alpha_9, \alpha_{10}, \alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{14}, \alpha_{15}, \alpha_{16}, \alpha_{17}$  desde la función seno de noveno orden hasta la función seno de 17º orden son todos 200. Los valores de amplitud  $\alpha_6, \alpha_7, \alpha_8$  desde la función seno de sexto orden hasta la función seno de octavo orden se encuentran entre 250 y 200, volviéndose más pequeños en secuencia. Comparar los valores de amplitud  $\alpha_1$ - $\alpha_{17}$  de estas funciones seno revela que el valor de amplitud máximo  $\alpha_{\text{máx.}}$  y el segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^\circ}$  están incluidos en los valores de amplitud  $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  desde la función seno de segundo orden hasta la función seno de quinto orden. Específicamente, en la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, se cumplen las condiciones  $\alpha_{\text{máx.}} = \alpha_{2^\circ}$  y  $\alpha_{\text{máx.}} < 2 \times \alpha_{2^\circ}$ .

25

30

La disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4 además está dispuesta de manera que el segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^\circ}$  y el tercer valor de amplitud más grande  $\alpha_{3^\circ}$  están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo con respecto a los valores de amplitud  $\alpha_m$  de las funciones seno en órdenes individuales  $m$ . Específicamente, el valor de amplitud máximo  $\alpha_{\text{máx.}}$ , el segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^\circ}$  y el tercer valor de amplitud más grande  $\alpha_{3^\circ}$  satisfacen las relaciones  $\alpha_{\text{máx.}}/2 \leq \alpha_{2^\circ} \leq \alpha_{\text{máx.}}$ , y  $\alpha_{\text{máx.}}/2 \leq \alpha_{3^\circ} \leq \alpha_{\text{máx.}}$ . Con referencia a la Figura 4, puesto que los valores de amplitud  $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  desde la función seno de segundo orden hasta la función seno de quinto orden son todos 250, la relación  $\alpha_{\text{máx.}} = \alpha_{2^\circ} = \alpha_{3^\circ} = \alpha_{4^\circ}$  se cumple.  $\alpha_{4^\circ}$  es el cuarto valor de amplitud más grande.

35

En la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, los valores de amplitud de 15 órdenes distintos del primer orden son iguales a o mayores de 125, lo que es la mitad del valor de amplitud máximo  $\alpha_{\text{máx.}}$ ; 15 de los 17 órdenes están dentro de un intervalo del 75-100% del valor de amplitud máximo  $\alpha_{\text{máx.}}$ . Específicamente, en la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, los valores de amplitud  $\alpha_m$  ( $m = 2, \dots, 17$ ) de las funciones seno en órdenes que ascienden a un tercio del número total de órdenes de la serie periódica de Fourier, y además en órdenes que ascienden a la mitad del número total de

40

órdenes de la serie periódica de Fourier, están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ .

Además, se realiza una selección de órdenes inferiores donde el orden de una función seno que tiene un valor de amplitud dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$  es de dos o mayor. Aunque es difícil de entender por la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, esto significa que las funciones seno del segundo orden al quinto orden se seleccionan secuencialmente a partir de los órdenes inferiores de dos y mayores en la siguiente secuencia: función de seno que tiene el valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ , función de seno que tiene el segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^{\circ}}$ , función seno que tiene el tercer valor de amplitud más grande  $\alpha_{3^{\circ}}$ , y función seno que tiene el cuarto valor de amplitud más grande  $\alpha_{4^{\circ}}$ . Por ejemplo, el valor de amplitud  $\alpha_m$  debe determinarse de modo que un valor de amplitud  $\alpha_n$  que tiene un cierto orden y que pertenece a valores de amplitud  $\alpha_m$  ( $m = 2, \dots, 17$ ) que tienen un orden de uno o mayor es igual a o mayor que un valor de amplitud  $\alpha_{n+1}$  que tiene un orden superior al orden del valor de amplitud  $\alpha_n$ .

Debido a que este concepto es difícil de entender por la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, se facilita un ejemplo en el que el valor de amplitud  $\alpha_4$  de una función seno de cuarto orden es  $\alpha_{m\acute{a}x.} = 300$ , donde  $\alpha_{2^{\circ}} = 290$ ,  $\alpha_{3^{\circ}} = 280$ , y los valores de amplitud más pequeños son respectivamente iguales a 270, 260, 250, 240, 230, 220, 210, 100, 90, 80, 70, 60, 50 y 0. En este caso, el orden de las funciones seno se selecciona de modo que, por ejemplo, el valor de amplitud  $\alpha_2$  de una función seno de segundo orden es 290, el valor de amplitud  $\alpha_3$  de una función seno de tercer orden es 280, el valor de amplitud  $\alpha_5$  de una función seno de quinto orden es 270, el valor de amplitud  $\alpha_6$  de una función seno de sexto orden es 260, el valor de amplitud  $\alpha_7$  de una función seno de séptimo orden es 250, el valor de amplitud  $\alpha_8$  de una función seno de octavo orden es 240, el valor de amplitud  $\alpha_9$  de una función seno de noveno orden es 230, el valor de amplitud  $\alpha_{10}$  de una función seno de décimo orden es 220 y el valor de amplitud  $\alpha_{11}$  de una función seno de undécimo orden es 210. En este caso, las funciones seno de órdenes superiores a doce pueden seleccionarse de cualquier manera. Sin embargo, como se describirá más adelante, el valor de amplitud  $\alpha_1$  de una función seno de primer orden se selecciona preferiblemente para que sea el valor de amplitud mínimo  $\alpha_{m\acute{a}n.}$ ; es decir, cero. También en este caso, la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  está configurada de tal manera que los valores de amplitud  $\alpha_m$  ( $m = 2, 3, 5, \dots, 11$ ) de las funciones seno en órdenes que ascienden a la mitad del número total de órdenes de la serie periódica de Fourier están dispuestas dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ .

Con respecto a los valores de amplitud  $\alpha_m$ , es preferible además establecer los valores de amplitud de todos los órdenes incluidos en  $m > M/2$  para que sean 0,6-0,8 veces el valor de amplitud  $\alpha_2$  de la función seno de segundo orden. Establecer los valores de amplitud de esta manera potencia el efecto para dispersar el ruido NZ.

En la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, el valor de amplitud  $\alpha_1$  de la función seno de primer orden es 0. En un caso en el que se adopta una configuración como se describió anteriormente, y se adopta una disposición tal que se puede minimizar el ruido N, sólo el valor de amplitud  $\alpha_1$  de la función seno de primer orden contribuye al equilibrio rotacional; por lo tanto, se puede adoptar un diseño tal que, cuando el valor de amplitud  $\alpha_1$  de la función seno de primer orden se aproxima a cero, el centro de gravedad en una sección transversal perpendicular al eje de rotación O del ventilador 10 de flujo cruzado no se desvía sustancialmente del eje. Por esta razón, el valor de amplitud  $\alpha_1$  de la función seno de primer orden se establece en 0 en la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4.

La Figura 5 muestra tres disposiciones de ángulo de paso entre palas  $\theta_k$ . En la Figura 5, la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  indicada por el gráfico G1, que se representa gráficamente usando triángulos, es una disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4. El valor de amplitud  $\alpha_m$  de las funciones seno se establece preferiblemente como se describe anteriormente para minimizar el ruido N, y el efecto para minimizar el ruido N se puede obtener independientemente del método en el que el cambio de fase  $\beta_m$  está establecido; por lo tanto, la disposición de bajo ruido N mostrada en la Figura 5 se obtiene estableciendo adecuadamente el cambio de fase  $\beta_m$  de tal manera que la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  no es particularmente grande. Por ejemplo, cuando un ángulo de paso entre palas  $\theta_2$  del número de paso 2 se aplica a un bloque 30 de ventilador real, el intervalo entre la pala 101 y la pala 102 se determina de tal manera que el ángulo de paso entre palas Pt2 en la Figura 3 es  $\theta_2$ .

### (3) Características

#### (3-1)

Como se describió anteriormente, la pluralidad de palas 100, 101-135 del ventilador de flujo cruzado (un ejemplo de un ventilador de múltiples palas) están sujetas a la placa 50 de soporte (un ejemplo de un cuerpo de soporte). La pluralidad de palas 100, 101-135 están dispuestas en una disposición de bajo ruido N (un ejemplo de una disposición prescrita) que tiene las características ilustradas en la Figura 4 de tal manera que, con respecto a los valores de amplitud  $\alpha_m$  de las funciones seno (un ejemplo de funciones periódicas) en órdenes individuales cuando la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  se expande en una serie periódica de Fourier, el valor de amplitud

máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$  es 250, igual que el segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^{\circ}}$ . Específicamente, es posible considerar una disposición tal que el valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$  sea menor del 200% del segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^{\circ}}$ . Como resultado, se mitiga la inhibición de la reducción de ruido, causada por la notoriedad de sólo un orden que tiene el valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$  y la producción de ruido desagradable de baja frecuencia.

5 Específicamente, un ventilador 10 de flujo cruzado configurado usando un bloque 30 de ventilador mostrado en la Figura 3 que tiene una disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  tal como se muestra en el gráfico G1 de la Figura 5 hace posible no sólo reducir el ruido del viento y el ruido de banda ancha de baja frecuencia, sino también suprimir la notoriedad del ruido específico de frecuencia discreta y potenciar una propiedad de reducción de ruido.

10 En particular, en la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, la pluralidad de palas 100, 101-135 están dispuestas de manera que, con respecto a los valores de amplitud  $\alpha_m$  de las funciones seno en órdenes individuales cuando la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  se expande en una serie periódica de Fourier, el segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^{\circ}}$  y el tercer valor de amplitud más grande  $\alpha_{3^{\circ}}$  son 250, igual que el valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ . Específicamente, es posible considerar una disposición tal que el segundo valor de amplitud más grande  $\alpha_{2^{\circ}}$  y el tercer valor de amplitud más grande  $\alpha_{3^{\circ}}$  estén dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ . Como resultado, las magnitudes de los valores de amplitud de las funciones seno que tienen valores de amplitud relativa grandes no están muy alejadas entre sí; por lo tanto, los efectos de que no sólo la función seno tiene el valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$  sino también la función seno tiene el segundo valor de amplitud más grande son insignificantes.

20 Este efecto aumenta de acuerdo con los aumentos en los órdenes dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ ; se prefiere una disposición tal que los valores de amplitud de las funciones seno en un número de órdenes igual a o mayor de un tercio del número total de órdenes de la serie periódica de Fourier estén dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo, y se prefiere mucho más una disposición tal que los valores de amplitud de las funciones seno en un número de órdenes igual a o mayor de la mitad del número total de órdenes de la serie periódica de Fourier dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo.

25 Este efecto se describirá en detalle al comparar un ventilador de flujo cruzado que tiene una disposición de ángulo de paso aleatoria en el que las palas están dispuestas a intervalos desiguales que tienen ángulos de paso variados aleatoriamente, con el ventilador de flujo cruzado descrito en el documento de patente 1. En el ventilador de flujo cruzado descrito en el documento de patente 1, sólo el valor de amplitud  $\alpha_2$  de la función seno de segundo orden tiene un valor cuando la disposición del ángulo de paso entre palas se expande en una serie periódica de Fourier; los valores de amplitud de las funciones seno de otras órdenes son cero. En los casos en que esta configuración se aplica a un ventilador de flujo cruzado que tiene 35 palas, de manera similar a la realización de la presente invención, las palas están dispuestas para tener una disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  expandida en una serie periódica de Fourier como se muestra en la Figura 6. La disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  expandida en una serie periódica de Fourier mostrada en la Figura 6 es la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  indicada por el gráfico G2, que se representa gráficamente usando cuadrados, en la Figura 5. Un ejemplo de un ventilador de flujo cruzado que tiene una disposición de ángulo de paso aleatoria tiene la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  expandida en una serie periódica de Fourier que se muestra en el gráfico de la Figura 7. La disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  expandida en la serie periódica de Fourier mostrada en el gráfico de la Figura 7 es la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  indicada por el gráfico G3, que se representa gráficamente usando rombos, en la Figura 5.

La Figura 8 es un gráfico obtenido realizando una transformación de Fourier en el ruido generado por el ventilador 10 de flujo cruzado, e indicando valores de ruido para cada frecuencia de orden de rotación. La Figura 9 es un gráfico obtenido al realizar una transformación de Fourier en el ruido generado por un ventilador de flujo cruzado que tiene la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  ilustrada en la Figura 6, y que indica valores de ruido para cada frecuencia de orden de rotación. La Figura 10 es un gráfico obtenido al realizar una transformación de Fourier en el ruido generado por un ventilador de flujo cruzado que tiene la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  ilustrada en la Figura 7, y que indica valores de ruido para cada frecuencia de orden de rotación. La frecuencia de orden de rotación de segundo orden es, por ejemplo,  $2 \times$  el número de rotaciones (rpm/60). La misma escala se usa en los ejes verticales de las Figuras 8, 9 y 10 para facilitar la comparación. Aunque los valores numéricos en esta escala no tienen importancia en sí mismos, expresan el logaritmo de la razón en relación con una cantidad de referencia para permitir la comparación de los valores de ruido.

Se puede esperar que el ruido de baja frecuencia que tiene la misma frecuencia que la función seno de segundo orden sea notorio en un ventilador de flujo cruzado que tiene una disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  tal como se muestra en la Figura 6, como será evidente. En realidad, como se muestra en la Figura 9, el ruido N de orden de rotación de segundo orden es muy notorio; tal ruido se percibe como antinatural e inusualmente desagradable porque un sonido correspondiente a un orden de rotación fuertemente notorio está presente en una banda de baja frecuencia. Por lo tanto, en un ventilador de flujo cruzado que tiene una disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  obtenida mediante la expansión de una serie de Fourier configurada sólo a partir de funciones seno de segundo orden, la energía del ruido NZ se dispersa de manera desproporcionada sólo a ciertas frecuencias de orden de rotación, y las frecuencias de orden de rotación a las que se dispersa la energía dispersa son limitadas. Por lo tanto, se genera ruido en el que las frecuencias distintas de las frecuencias NZ son notorias.



Es evidente a partir de la Figura 10 que el valor de amplitud de una frecuencia correspondiente a una función de seno de 16º orden es notorio. En un ventilador de flujo cruzado que tiene una disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  tal como se ilustra en el gráfico G3 en la Figura 5, la energía del ruido NZ (ruido correspondiente a una frecuencia de orden de rotación de 35º orden) se dispersa a otras frecuencias de orden de rotación; sin embargo, puesto que la disposición del ángulo de paso entre palas  $\theta_k$  se determina aleatoriamente, como resultado se genera un ruido audiblemente desagradable, debido a la notoriedad del valor de amplitud a una frecuencia correspondiente a la función seno de 16º orden.

Como se observa en la distribución de valores de ruido en las frecuencias de orden de rotación mostradas en la Figura 8, es evidente que estos valores de ruido NZ son más bajos que los mostrados en las Figuras 9 y 10, y que la energía se dispersa más ampliamente a frecuencias de orden de rotación distintas de las de las Figuras 9 y 10 en correspondencia con esta reducción del ruido NZ. Por lo tanto, independientemente de la gran reducción del ruido NZ, la generación del ruido N también se minimiza. Como resultado, en el ventilador 10 de flujo cruzado, es posible no sólo reducir el ruido del viento y el ruido de banda ancha de baja frecuencia, sino también suprimir la notoriedad del ruido específico de frecuencia discreta y potenciar una propiedad de reducción de ruido.

(3-2)

Además, en la pluralidad de palas 100, 101-135, se realiza una selección de órdenes inferiores donde el orden de una función seno que tiene un valor de amplitud dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo es de dos o mayor. Debido a que los valores de amplitud de las funciones periódicas de lado de orden bajo se agrupan para estar dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo, se potencia el efecto para dispersar el ruido NZ en el ventilador 10 de flujo cruzado. Por ejemplo, como en la disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, las amplitudes de las funciones seno de segundo orden a octavo orden son cercanas al valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ , y los valores de amplitud de las funciones seno de segundo orden a quinto orden se aumentan uniformemente para aproximarse al valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ , por lo que se obtiene un alto efecto de dispersión de ruido NZ. Además, las amplitudes de las funciones seno de segundo orden a octavo orden se establecen en 0,8 o más del valor de amplitud máximo  $\alpha_{m\acute{a}x.}$ , por lo que se obtiene un efecto de dispersión de ruido NZ mejorado adicional.

(3-3)

La pluralidad de palas 100, 101-135 están dispuestas en una disposición de bajo ruido N que tiene las características ilustradas en la Figura 4, de modo que el valor de amplitud de primer orden cuando la disposición del ángulo de paso entre palas se expande en una serie periódica de Fourier es cero, y están dispuestas de tal manera que el centro de gravedad no se desvía significativamente del eje. Tener las palas dispuestas de esta manera reduce la probabilidad de interrupción del equilibrio rotacional del ventilador 10 de flujo cruzado, y hace posible minimizar los problemas debidos a dicha interrupción.

(4) Modificaciones

(4-1)

En la realización proporcionada anteriormente, se proporciona una descripción usando un ventilador de flujo cruzado como ejemplo de un ventilador de múltiples palas. Sin embargo, los ventiladores de múltiples palas a los que puede aplicarse la presente invención no se limitan a ventiladores transversales tales como ventiladores de flujo cruzado; más bien, la presente invención puede aplicarse a ventiladores centrífugos u otros ventiladores de múltiples palas.

(4-2)

En la realización proporcionada anteriormente, se usan funciones seno como las funciones periódicas cuando la disposición prescrita va a expandirse en una serie periódica de Fourier.

**Lista de signos de referencia**

- 10 Ventilador de flujo cruzado (ejemplo de ventilador de múltiples palas)
- 30 Bloque de ventilador
- 50 Placa de soporte (ejemplo de cuerpo de soporte)
- 100, 101-135 Pala

**Lista de documentos citados**

- Bibliografía de patentes
- Documento de patente 1: patente japonesa n.º 3484854

**REIVINDICACIONES**

1. Ventilador de múltiples palas que comprende:

un cuerpo (50) de soporte que rota alrededor de un árbol rotatorio; y

5 una pluralidad de palas (100, 101-135) sujetas al cuerpo de soporte de manera que un ángulo de paso entre palas ( $\theta_k$ ) en relación con el árbol rotatorio adopta una disposición prescrita, viniendo dada la disposición de ángulo de paso de pala por la siguiente fórmula

$$\theta_k = \theta_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \cdot \text{sen} \left( 2\pi \frac{mk}{Z} + \beta_m \right)$$

$$(k = 1, \Lambda, Z), \left( \begin{array}{l} M = \frac{Z}{2} \text{ (donde } Z \text{ es par)} \\ M = \frac{(Z-1)}{2} \text{ (donde } Z \text{ es impar)} \end{array} \right) \dots (1)$$

siendo Z, en la fórmula, un número natural igual o mayor de 6;

$k = 1, \Lambda, Z$  (donde  $k$  es un número natural);

10  $m = 1, \Lambda, M$  (donde  $m$  es un número natural);

$\theta_k$  = disposición de cada uno de los ángulos de paso entre palas (grado);

$$\theta_0 = \frac{360}{Z} \text{ (ángulo en el caso de pasos de intervalos iguales) (grado);}$$

$\alpha_m$  = valor de amplitud de funciones seno de orden  $m$ ; y

$\beta_m$  = cambio de fase de funciones seno de orden  $m$ ,

15 extendiéndose las palas a lo largo de una dirección axial del árbol rotatorio,

estando dispuestas la pluralidad de palas de tal manera que, con respecto a los valores de amplitud de las funciones periódicas en órdenes individuales cuando la disposición prescrita se expande en una serie periódica de Fourier, un valor de amplitud máximo ( $\alpha_{m\text{máx.}}$ ) es menor del 200% del segundo valor de amplitud más grande ( $\alpha_{2^\circ}$ ),

20 en el que la pluralidad de palas están dispuestas de tal manera que, con respecto a los valores de amplitud de las funciones periódicas en órdenes individuales de la serie periódica de Fourier, el segundo valor de amplitud más grande ( $\alpha_{2^\circ}$ ) es igual a o menor del 100% del valor de amplitud máximo ( $\alpha_{m\text{máx.}}$ ) y el tercer valor de amplitud más grande ( $\alpha_{3^\circ}$ ) está dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo ( $\alpha_{m\text{máx.}}$ ),

25 en el que la pluralidad de palas están dispuestas de tal manera que se realiza una selección de órdenes inferiores donde el orden de una función periódica ( $m$ ) que tiene un valor de amplitud dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo ( $\alpha_{m\text{máx.}}$ ) es de dos o mayor, por lo que

la pluralidad de palas están dispuestas de tal manera que los valores de amplitud de las funciones periódicas en un número de órdenes ( $m$ ) igual a o mayor de la mitad del número total de órdenes ( $M$ ) de la serie periódica de Fourier están dentro de un intervalo del 50-100% del valor de amplitud máximo ( $\alpha_{m\text{máx.}}$ ).

2. Ventilador de múltiples palas según la reivindicación 1, en el que

30 la pluralidad de palas están dispuestas de tal manera que un valor de amplitud de primer orden ( $\alpha_1$ ) cuando la disposición prescrita se expande en una serie periódica de Fourier es cero.

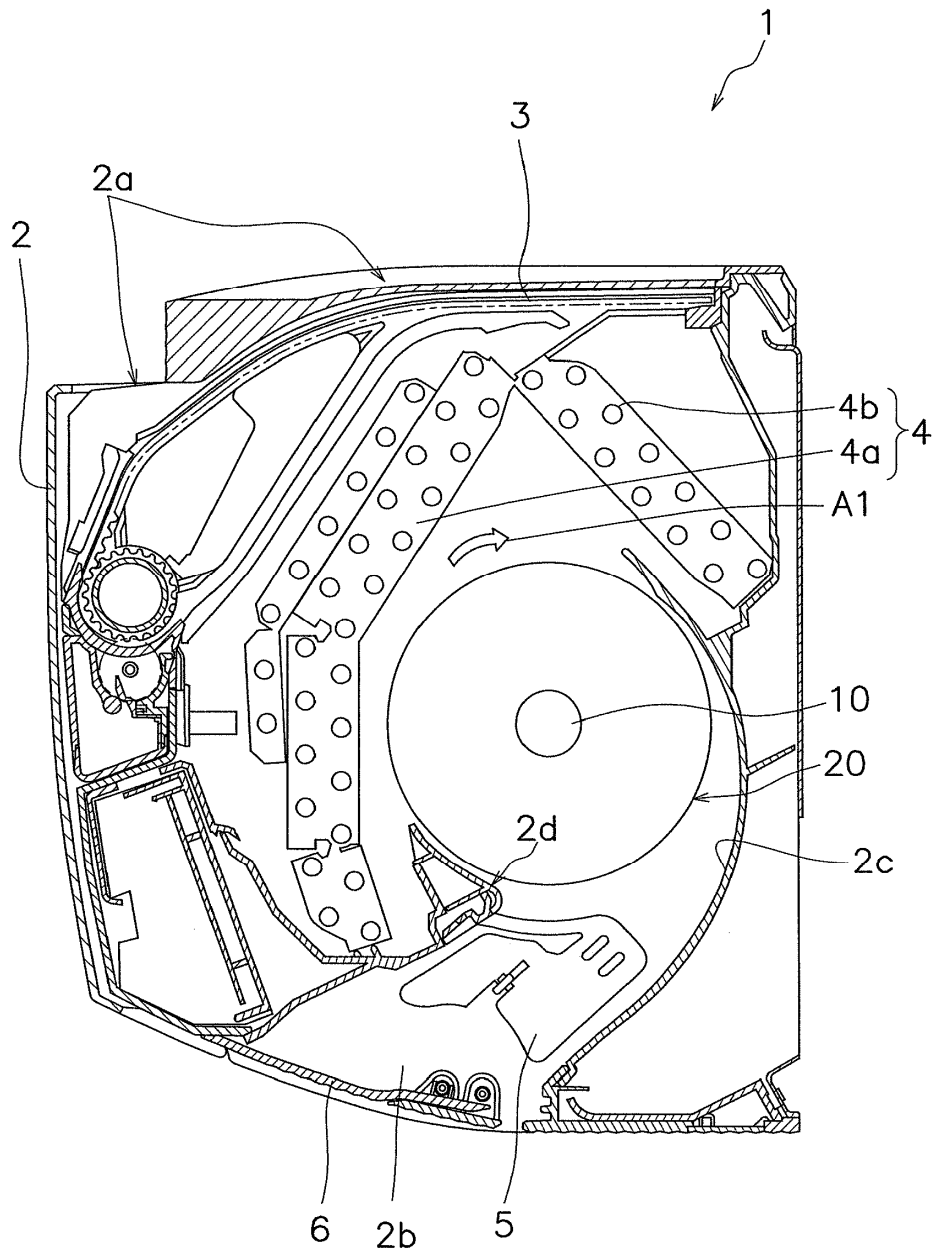


FIG. 1

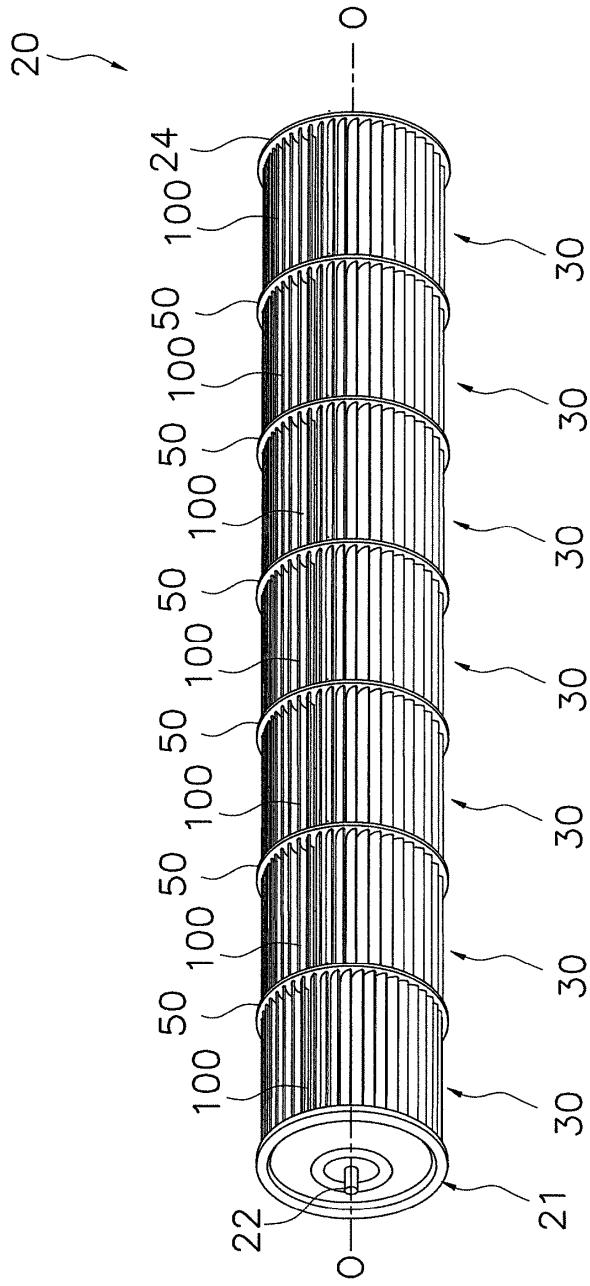


FIG. 2

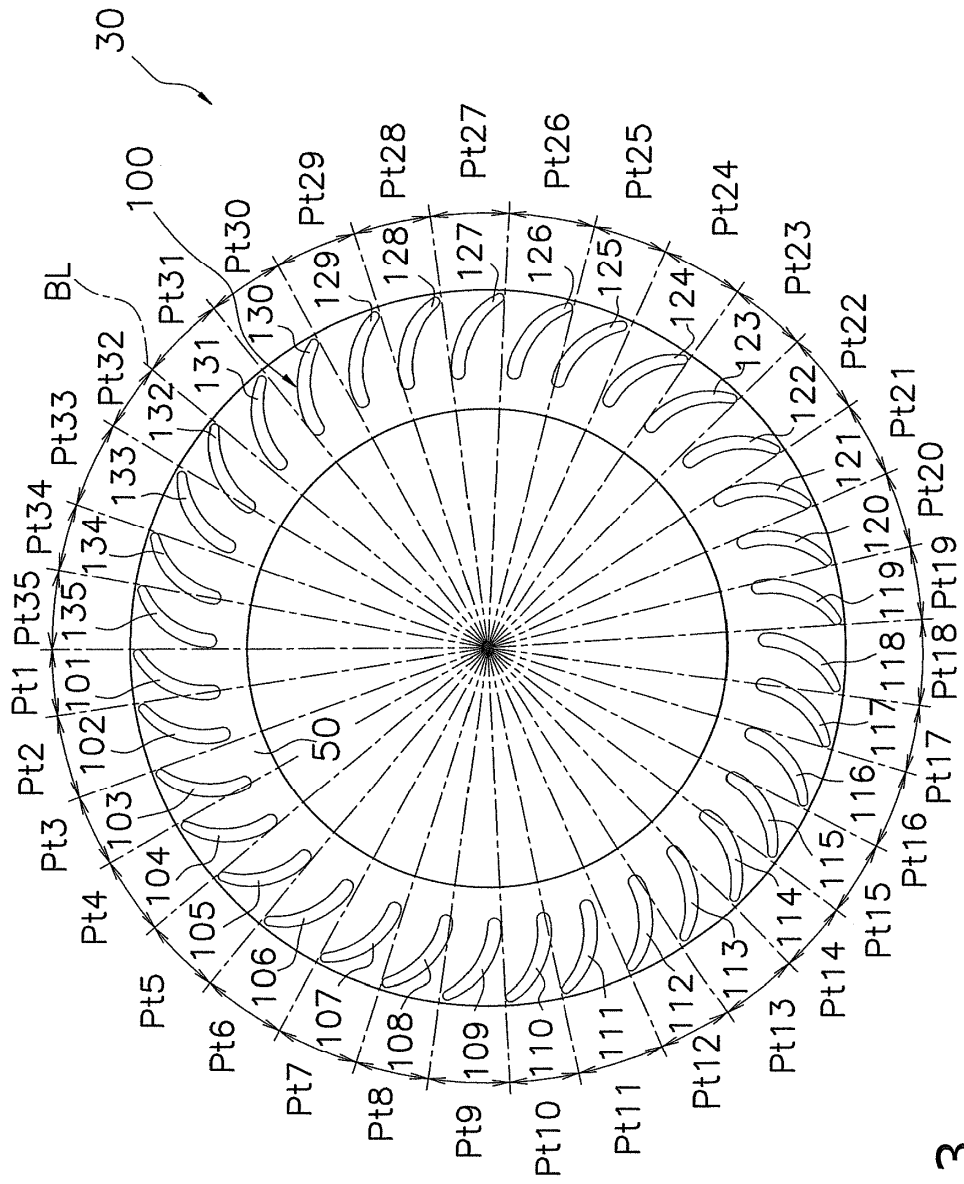


FIG. 3

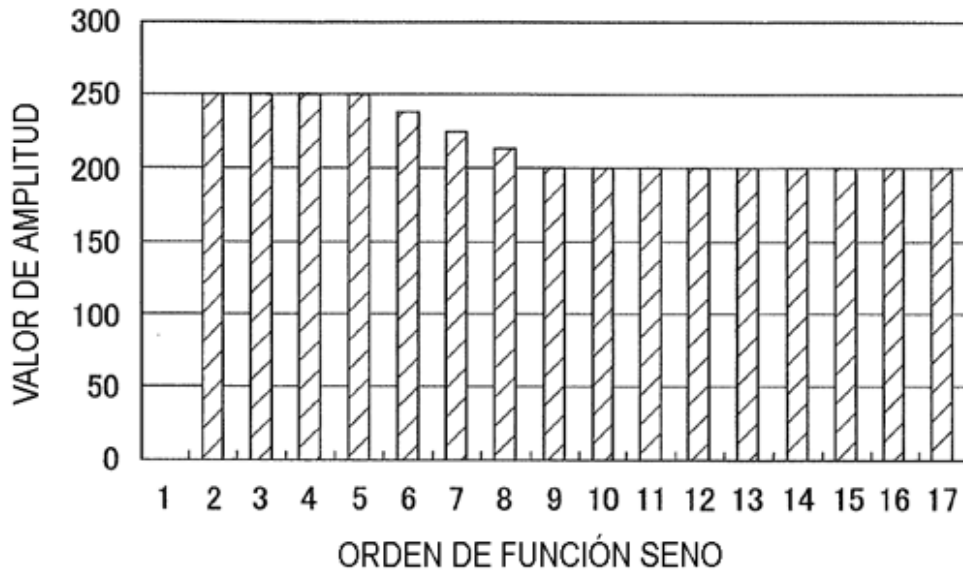


FIG. 4

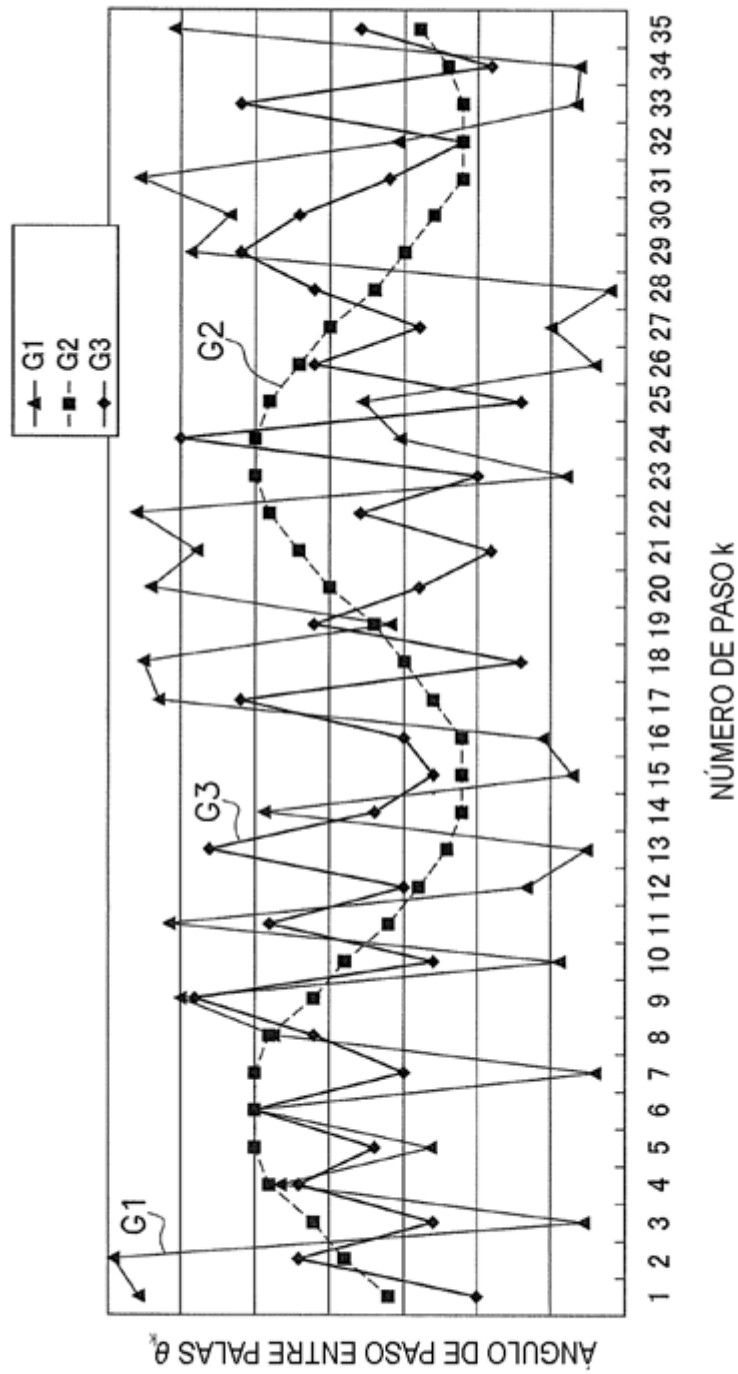


FIG. 5

FIG. 6

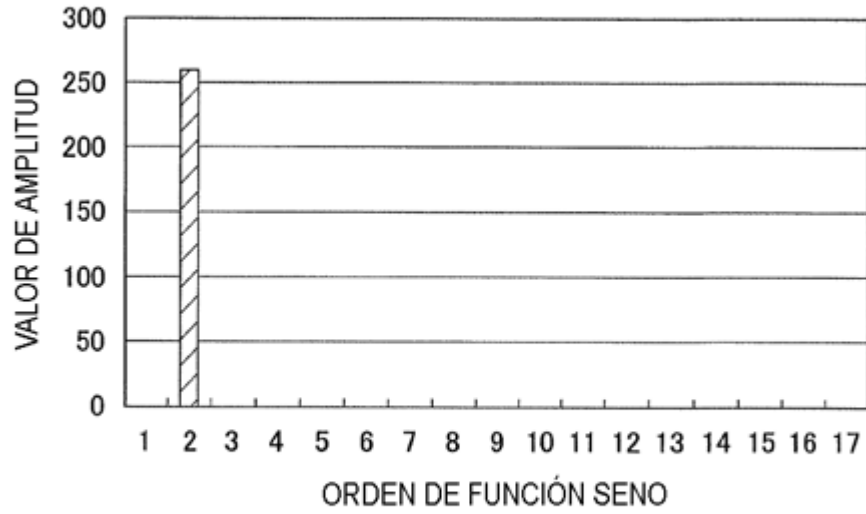


FIG. 7

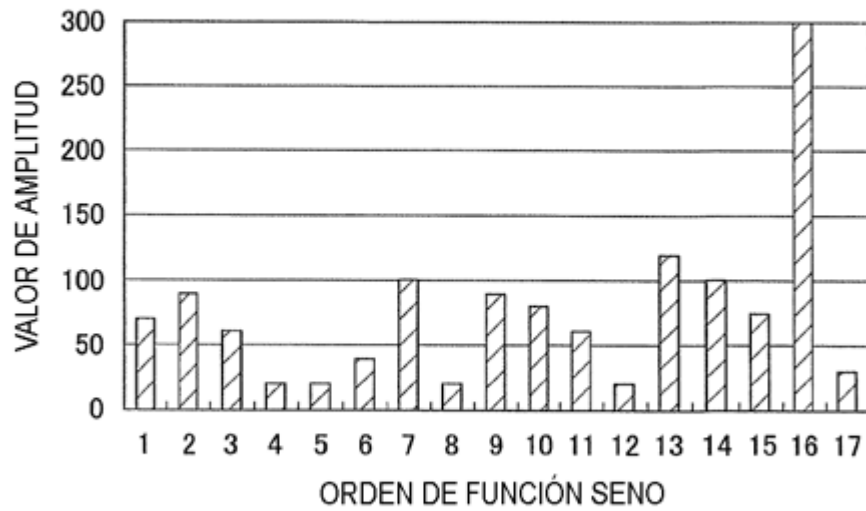




FIG. 8

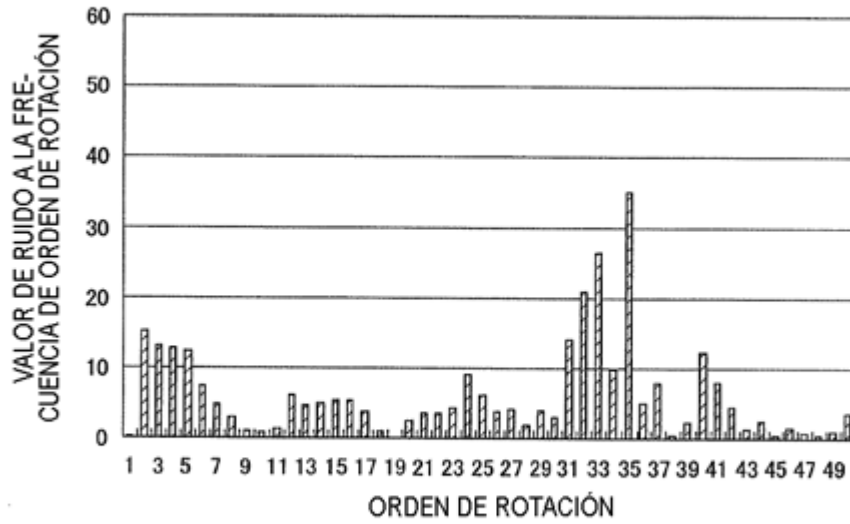
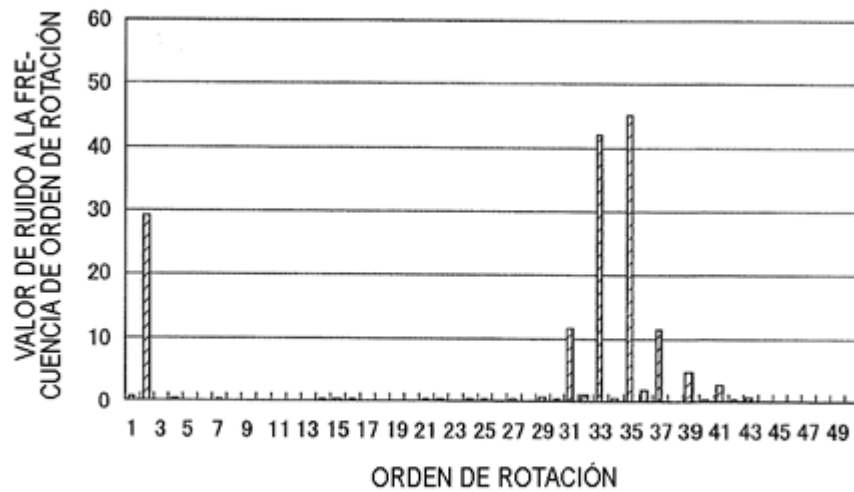


FIG. 9



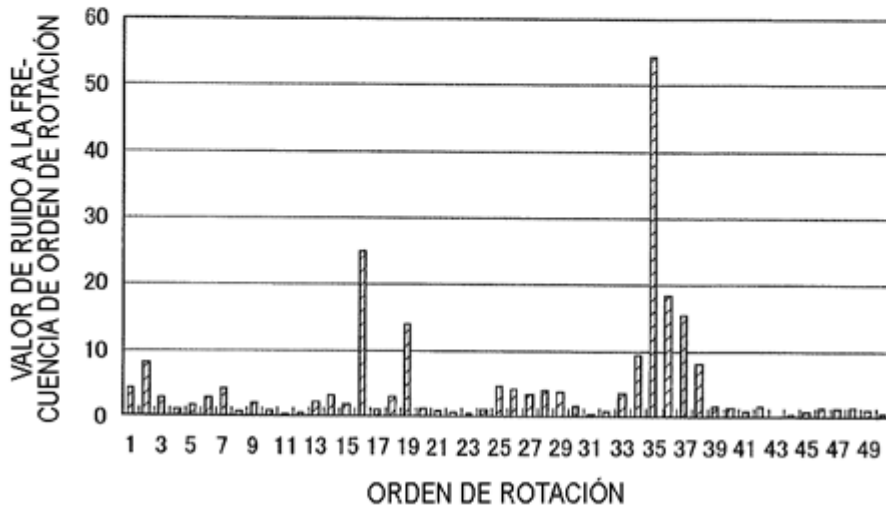


FIG. 10