

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 175**

51 Int. Cl.:

F04D 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2012 E 12197053 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019 EP 2743512**

54 Título: **Procedimiento para controlar un elemento vibratorio mecánico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.08.2019

73 Titular/es:
**GOODRICH LIGHTING SYSTEMS GMBH (100.0%)
Bertramstrasse 8
59557 Lippstadt, DE**

72 Inventor/es:
ROEBKE, STEFFEN

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 723 175 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

Procedimiento para controlar un elemento vibratorio mecánico

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar un elemento vibratorio mecánico que se acciona mediante un medio de accionamiento que funciona a frecuencias variables.

10 Descripción de la técnica anterior

En diversos campos técnicos los elementos mecánicos se operan para que vibren. El elemento vibratorio normalmente se acciona por un medio de accionamiento que se acopla de manera mecánica o de una forma diferente, p. ej., electromagnética, al elemento vibratorio. Para minimizar el consumo de energía del medio de accionamiento, resulta ventajoso operar el medio de accionamiento de modo que el elemento vibratorio sea estimulado para oscilar a su frecuencia de resonancia.

El documento US 2007/0182286 A1 describe una hoja en forma de T, o uno o más tubos huecos que son excitados de manera vibratoria por uno más elementos piezoeléctricos para generar un flujo de aire a partir de un extremo libre de la hoja o del uno o más tubos. El flujo de aire se puede dirigir hacia, o extraer de, un componente electrónico para enfriar el componente electrónico. La resonancia de la hoja se puede determinar o estimar según la salida de señal mediante un sensor, si existe, y/o monitorizando el nivel actual requerido para accionar los elementos piezoeléctricos.

Debido a las distintas influencias, tales como las influencias ambientales, puede suceder que las propiedades mecánicas del elemento vibratorio cambien; esto significa que la frecuencia de resonancia del elemento vibratorio también puede cambiar durante la vida útil y el funcionamiento.

En consecuencia, existe la necesidad en la técnica anterior de considerar ajustar la frecuencia de resonancia a la cual se opera un elemento vibratorio mecánico según propiedades mecánicas variables del elemento vibratorio.

Resumen de la invención

Según la invención, se proporciona un procedimiento para controlar un elemento vibratorio mecánico según las características de la reivindicación 1. Se proporcionan realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Se determina el consumo de energía que depende de frecuencias de funcionamiento variables del medio de accionamiento. Mediante este procedimiento, se puede obtener una forma de onda del consumo de energía según la frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento. Según valores individuales del consumo de energía, se puede determinar e identificar dicha frecuencia a la cual el consumo de energía es mínimo. La frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento con consumo de energía mínimo es la frecuencia de resonancia o está al menos cerca de la frecuencia de resonancia del elemento vibratorio.

Identificar la frecuencia de resonancia puede comprender la etapa de identificar la frecuencia a la cual una corriente eléctrica suministrada al medio de accionamiento es mínima.

Como se explicó anteriormente, antes de identificar la frecuencia de resonancia se proporciona, según la invención, que el medio de accionamiento se opere a distintas frecuencias de funcionamiento. El intervalo de frecuencia utilizado para ajustar la frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento debería incluir la frecuencia de resonancia esperada del elemento vibratorio. Asimismo, ajustar la frecuencia de funcionamiento dentro de este intervalo de frecuencia se lleva a cabo en etapas predeterminadas. Según el tamaño de la etapa de la frecuencia y las tolerancias de la medición de consumo de energía mediante las etapas descritas anteriormente, se puede determinar simplemente una frecuencia de resonancia imprecisa relativa. Por lo tanto, según la presente invención, la etapa de identificar la frecuencia de resonancia comprende las siguientes etapas:

- estimular el elemento vibratorio operando el medio de accionamiento a la frecuencia con la que el consumo de energía es el mínimo,
- desactivar el medio de accionamiento,
- determinar una forma de onda de la corriente o tensión eléctrica inducida en el medio de accionamiento debido al

elemento vibratorio que va dejando de oscilar y

- determinar la frecuencia de resonancia como la frecuencia a la cual el elemento vibratorio oscila en un momento previo a dejar de oscilar.

5 En otra realización de la invención, el elemento vibratorio induce corriente y/o tensión eléctrica en el medio de accionamiento debido al acoplamiento del elemento vibratorio y el medio de accionamiento. Preferentemente, el medio de accionamiento se acopla de forma electromecánica al elemento vibratorio. La frecuencia de resonancia del elemento vibratorio cuando éste está dejando de oscilar después de la desactivación del medio de accionamiento se puede determinar según la corriente y/o tensión inducida en el medio de accionamiento.

10

Según la invención, para proporcionar un funcionamiento óptimo del elemento vibratorio con un consumo de energía mínimo, la identificación de la frecuencia de resonancia se repite de vez en cuando, es decir, en intervalos de tiempo predeterminados. Como alternativa, también es posible reajustar la frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento para rastrear la frecuencia de resonancia del elemento vibratorio si (y cuando) el consumo de energía del medio de accionamiento cambie en más de un valor umbral predeterminado.

15

El procedimiento según la presente invención se puede utilizar, p. ej., en un dispositivo de refrigeración para refrigerar un componente eléctrico tal como un LED de una luz de aeronave, siendo el elemento vibratorio una hoja de ventilación de aire que oscila dentro de un canal para generar un flujo de aire. Dicho dispositivo de refrigeración puede comprender

20

- un canal que se extiende entre una porción de entrada corriente arriba del flujo de aire que se ha de generar y una porción de salida corriente abajo del flujo de aire que se ha de generar,

- donde el canal comprende al menos dos superficies laterales sustancialmente opuestas,

25

- una primera hoja de ventilación de aire flexible dispuesta dentro del canal y que tiene una extensión longitudinal general sustancialmente coincidente con la extensión del canal con un primer extremo longitudinal corriente arriba del flujo de la hoja de ventilación de aire que se ha de generar y un segundo extremo dispuesto corriente abajo del flujo de aire que se ha de generar,

- donde la primera hoja de ventilación de aire tiene su primer extremo dispuesto de manera fija y tiene su segundo extremo dispuesto de manera que tenga un movimiento de vaivén, y

30

- un medio de accionamiento para que el segundo extremo de la hoja de ventilación de aire tenga un movimiento de vaivén en una dirección entre las dos superficies laterales sustancialmente opuestas del canal.

En consecuencia, el dispositivo de refrigeración comprende un canal que se extiende entre una porción de entrada corriente arriba del flujo de aire que se ha de generar y una porción de salida corriente abajo del flujo de aire que se ha de generar.

35

Dicho canal, por ejemplo, puede estar definido entre dos aletas de refrigeración adyacentes de un elemento de refrigeración. El canal comprende al menos dos superficies laterales sustancialmente opuestas que pueden estar definidas por dos aletas de refrigeración. Entre las dos superficies laterales opuestas se dispone una primera hoja o lámina de ventilación de aire flexible. La hoja puede estar hecha de metal o plástico o de otros materiales. La hoja de ventilación de aire tiene una extensión longitudinal que coincide sustancialmente con la extensión del canal. Un primer extremo longitudinal de la hoja de ventilación de aire está dispuesto corriente arriba del flujo de aire y está fijo, mientras que un segundo extremo de la hoja de ventilación de aire está dispuesto corriente abajo del flujo de aire y está dispuesto para que tenga un movimiento de vaivén. En consecuencia, la hoja de ventilación de aire en su segundo extremo puede tener un movimiento de vaivén, p. ej., puede vibrar u oscilar con la ayuda de un medio de accionamiento.

45

En esencia, el medio de accionamiento puede funcionar de forma mecánica, eléctrica o electromagnética. Se prefiere la última alternativa puesto que para que la hoja de ventilación de aire tenga movimiento de vaivén no se precisan elementos constitutivos de accionamiento móviles.

50

El funcionamiento del dispositivo está basado en el siguiente concepto físico. La hoja de ventilación de aire separa el canal en dos cámaras. Cuando el segundo extremo de la hoja de ventilación de aire dispuesto para que tenga un movimiento de vaivén se mueve hacia la primera cámara, el aire de esta primera cámara se comprime mientras que el aire de la segunda cámara se expande. En consecuencia, el aire de alrededor se absorbe en la segunda cámara. Cuando, a partir de entonces, el segundo extremo de la hoja de ventilación de aire se mueve hacia atrás, es decir, hacia la segunda cámara, el aire de la segunda cámara se empuja a alta velocidad creando baja presión en un extremo de la cámara de modo que el aire sea nuevamente absorbido hacia la zona de baja presión. Este efecto se soporta utilizando un flujo de aire en la dirección de la convección natural. En consecuencia, el dispositivo de

60

refrigeración debería disponerse de modo que el canal se extienda verticalmente con el primer extremo longitudinal fijo de la hoja de ventilación de aire dispuesto a un nivel inferior respecto del segundo extremo de la hoja de ventilación de aire que tiene movimiento de vaivén.

- 5 Se pueden proporcionar uno o más canales donde en cada canal se dispone al menos una hoja de ventilación de aire. Todas las hojas de ventilación de aire se pueden accionar con el medio de accionamiento o con unidades de accionamiento individuales para que tengan movimiento de vaivén.

10 El al menos un canal se puede proporcionar con varias hojas de ventilación de aire que se pueden disponer una al lado de la otra o una detrás de la otra en dirección de la extensión del canal. Cuando se disponen uno al lado del otro, dos hojas de ventilación de aire adyacentes pueden tener movimiento de vaivén inverso. En el caso de que las hojas de ventilación de aire de un canal del dispositivo se dispongan una detrás de la otra, el medio de accionamiento se puede adaptar para que las hojas de ventilación de aire respectivamente adyacentes tengan movimiento de vaivén sincronizado o inverso.

15 El dispositivo de refrigeración puede comprender varios grupos de hojas de ventilación de aire comprendiendo cada grupo al menos dos hojas de ventilación de aire dispuestas una al lado de la otra y estando los grupos de hojas de ventilación de aire dispuestos corriente arriba o corriente abajo uno respecto del otro, donde el medio de accionamiento se adapta para que , dentro de cada grupo, las hojas de ventilación de aire de un par respectivo de
20 hojas de ventilación de aire adyacentes tengan movimiento de vaivén inverso. En esta realización, el medio de accionamiento también se puede adaptar para que aquellas hojas de ventilación de aire de todos los grupos que están dispuestos a lo largo de la extensión del canal tengan movimiento de vaivén, respectivamente, sincronizado o inverso.

25 La presente invención se puede utilizar, en particular, en una luz de aeronave de alto rendimiento que emplea LED de alta intensidad tal como una luz frontal de aeronave o una baliza de aeronave o luz estroboscópica o en otro tipo de luz anticollisión. Como se mencionó anteriormente, la presente invención describe una forma de proporcionar un dispositivo de refrigeración forzada sumamente fiable para un elemento electrónico disipador de calor. El dispositivo de enfriamiento es suficientemente resistente como para montarse, p. ej., en un tren de aterrizaje delantero o
30 encima de una aeronave. En componentes electrónicos y, en particular, en LED, el rendimiento y la fiabilidad durante la vida útil se degradan debido al incremento de temperatura. En los LED se trata, en particular, de la temperatura de unión del diodo. En consecuencia, es necesario enfriar el componente electrónico para que funcione con su máxima potencia; esto sucede, en particular, con los LED. El calor se puede transferir rápidamente desde el componente electrónico hacia las aletas de disipador térmico según la conductividad térmica del material del
35 disipador térmico, tal como cobre, aluminio, caloductos, etc. No obstante, las tasas de transferencia de calor desde el disipador térmico hacia el medio ambiente son relativamente bajas debido a la convección natural. Por lo tanto, es necesario introducir convección forzada. Sin embargo, el problema que presentan los procedimientos de convección forzada disponibles en la actualidad tales como el uso de ventiladores es que estos dispositivos, debido a sus elementos constitutivos mecánicos móviles, tienen una vida útil muy breve en comparación con los LED. Asimismo,
40 los dispositivos mecánicos de convección forzada no son muy aceptados debido a su ruido no deseado. La invención resuelve ambos problemas. El problema de la vida útil breve se puede superar según la invención al mantener el esfuerzo mecánico en la hoja de ventilación de aire oscilante por debajo de su límite de resistencia a la fatiga de modo que la vida útil sea, en esencia, infinita. El problema del ruido también se resuelve con la presente invención porque la frecuencia a la cual oscila la hoja de ventilación de aire está por debajo del intervalo audible de
45 los seres humanos.

Breve descripción de los dibujos

Una descripción completa y habilitante de la presente invención, que le permita a un experto en la materia llevar a
50 cabo la invención, se expone con mayor detalle en la siguiente descripción, incluyendo referencia a los dibujos que la acompañan, en los cuales:

las Fig. 1 a 4 ilustran esquemáticamente el concepto de cómo se puede crear un flujo de aire en un canal, mediante una hoja de ventilación de aire oscilante,

55 las Fig. 5 y 6 muestran dos ejemplos de cómo se pueden disponer varias hojas de ventilación de aire una detrás de la otra o una al lado de la otra dentro de un canal,

la Fig. 7 muestra una vista en perspectiva de un disipador térmico de una luz frontal de aeronave con LED (LED de alto rendimiento) enfriadas por el disipador térmico que se proporciona en el dispositivo para generar un flujo de aire activo entre aletas de disipador térmico adyacentes,

60 la Fig. 8 muestra un componente del disipador térmico según la Figura 7 donde el componente se proporciona con

dos hojas de ventilación de aire dispuestas en canales adyacentes entre las aletas de disipador térmico.

La Fig. 9 muestra la forma de onda, de manera acorde, la dependencia de la corriente de alimentación al medio de accionamiento según la frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento, y

la Fig. 10 muestra formas de onda de la corriente y tensión inducidas del medio de accionamiento mientras la hoja de ventilación de aire deja de oscilar después de que se ha desactivado el medio de accionamiento.

Descripción de realizaciones preferidas

Los dibujos de las figuras pretenden ilustrar la forma de construcción general y no están necesariamente a escala.

10 En la descripción detallada y en los dibujos de las figuras se muestran ejemplos ilustrativos específicos que se describen en detalle en el presente documento. Sin embargo, se ha de comprender que los dibujos de las figuras y la descripción detallada no pretenden limitar la invención a la forma concreta descrita, sino que son meramente ilustrativos y pretenden enseñar a un experto en la materia cómo llevar a cabo y/o utilizar la invención descrita en el presente documento.

15

Antes de describir la presente invención con mayor detalle según las Fig. 1 a 8, se explicarán distintas realizaciones de un dispositivo de refrigeración en las cuales se puede utilizar el procedimiento de la presente invención para observar un elemento vibratorio mecánico.

20 El principio de la presente invención se describirá en detalle en base a las Fig. 1 a 4. En esta realización, se utiliza energía electromagnética para que una hoja de ventilación de aire tenga un movimiento de vaivén. Sin embargo, según la invención, se pueden utilizar otros mecanismos para hacer oscilar una hoja de ventilación de aire.

En la realización de las Fig. 1 a 4, se dispone una hoja de ventilación de aire 10 oscilante dentro de un canal 12 limitado por dos superficies laterales sustancialmente opuestas 14, p. ej., formadas como superficies interiores de dos aletas refrigerantes de un disipador térmico (no mostradas en las Fig. 1 a 4) que forman las paredes laterales 16 del canal. El canal 12 se puede cerrar por completo en sus caras laterales y se extiende entre una porción de entrada 18 y una porción de salida. Como se muestra de manera esquemática en las Fig. 1 a 4, hay varios LED 22 montados en una de las paredes laterales 16 y se pueden refrigerar mediante esta pared lateral 16.

30 Preferentemente, las paredes laterales 16 están hechas de material termoconductor. La hoja de ventilación de aire 10 tiene una extensión longitudinal general y está orientada y dispuesta dentro del canal 12 de modo que ambos se extiendan sustancialmente en la misma dirección. La hoja de ventilación de aire 10 tiene primer un extremo longitudinal 24 corriente arriba de un flujo de aire (véase la flecha 26) que se ha de generar. Asimismo, la hoja de ventilación de aire 10 se proporciona con un segundo extremo longitudinal 28 dispuesto corriente abajo del flujo de

35 aire que se ha de generar. En su primer extremo 24, la hoja de ventilación de aire 10 está fijada a un elemento de apoyo o retención 30.

La hoja de ventilación de aire 10 puede estar hecha de cualquier material adecuado que sea flexible, resiliente y/o elástico. Un material preferido puede ser metal. Sin embargo, también se pueden utilizar plásticos para la hoja de

40 ventilación de aire 10.

Asimismo, el dispositivo según las Fig. 1 a 4 también se proporciona con un medio de accionamiento 32 que se proporciona con un solenoide controlado eléctricamente 34 que genera el campo magnético que se produce periódicamente para que la hoja de ventilación de aire tenga un movimiento de vaivén en su segundo extremo 28.

45 La hoja de ventilación de aire 10 se proporciona con un imán permanente 36 que se dispone cerca del primer extremo longitudinal fijo 24 de la hoja de ventilación de aire 10. Si el material, del cual está hecho la hoja de ventilación de aire 10, tiene propiedades magnéticas permanentes, podría no ser necesario proporcionar un imán permanente adicional separado 36. Sin embargo, proporcionar un imán permanente 36 es ventajoso puesto que se puede generar un efecto de empuje-tirón óptimo sobre la hoja de ventilación de aire 10 con poca energía eléctrica.

50

El esfuerzo mecánico en la hoja de ventilación de aire 10 debería mantenerse lo más bajo posible de modo que la hoja de ventilación de aire 10 oscile y tenga un movimiento de vaivén por debajo de su límite de resistencia a la fatiga para obtener una vida útil sustancialmente infinita. Asimismo, la hoja de ventilación de aire 10 debería tener un movimiento de vaivén a su frecuencia de resonancia para minimizar la necesidad de energía. Las fuerzas del imán

55 permanente 36 y el solenoide 34 definen la amplitud del segundo extremo oscilante 28 de la hoja de ventilación de aire 10. Cuanto mayor es la amplitud, mayores son los flujos de aire y, en consecuencia, mayores son las tasas de refrigeración. Las propiedades elásticas de la hoja de ventilación de aire 10 se utilizan para su oscilación de modo que se elimine el desgaste de los elementos constitutivos refrigerantes.

60 Para contribuir adicionalmente con la generación de un flujo de aire en la dirección de la flecha 26, el canal 12 se

extiende en la dirección de la convección natural, es decir, está orientado sustancialmente de forma vertical. La hoja de ventilación de aire 10 separa el volumen definido por el canal 12 en dos cámaras, a saber, una primera cámara 38 y una segunda cámara 40. Cuando el segundo extremo que tiene movimiento de vaivén 28 de la hoja de ventilación de aire 10 se mueve de su posición neutral hacia la primera cámara 38, la mayor parte del aire en la primera cámara 38 se comprime y se mueve en cualquier dirección mientras que, a la vez, el aire de la segunda cámara 40 se expande y, en consecuencia, absorbe aire de los alrededores. Esto se muestra en la Fig. 2 mediante las flechas 42. Cuando la hoja de ventilación de aire 10 vuelve (véase la Fig. 3), el aire expandido en la segunda cámara 40 se desliza junto con la hoja de ventilación de aire 10 y se empuja hacia arriba hacia y más allá del segundo extremo 28 de la hoja de ventilación de aire 10 a alta velocidad, lo cual crea una zona de baja presión 44 en la porción de salida 20 del canal 12. Por lo tanto, el aire comprimido en la primera cámara 38 también fluye hacia arriba hacia la zona de baja presión 44. En comparación con la zona de baja presión 44 en la porción de salida del canal 12, el canal 12 en su porción de entrada 18 está rodeado por una zona de presión relativamente elevada 46. Debido a esta zona de presión 46, el aire fluye a la primera cámara 38.

Después de haber pasado su posición neutral, la hoja de ventilación de aire 10 se mueve hacia la segunda cámara 40 y el aire de la segunda cámara 40 se comprime. En consecuencia, el mismo proceso físico según se describió anteriormente para la primera cámara 38 comienza ahora en la segunda cámara 40. Cuando el ciclo se repite, la velocidad del aire que se empuja hacia arriba no permite que el aire se mueva hacia abajo cuando se absorbe aire de los alrededores durante la expansión de aire debido a que la hoja de ventilación de aire 10 se aleja de las paredes laterales 16. En consecuencia, el aire meramente se absorbe desde la cara inferior del canal 12, es decir, desde la porción de entrada 18 y se empuja hacia arriba hacia y fuera de la porción de salida 20 del canal 12.

En las Figuras 5 y 6 se muestran de manera esquemática dos ejemplos alternativos adicionales donde las partes iguales de los dispositivos que se muestran en las Figs. 1 a 6 se designan con los mismos números de referencia, respectivamente.

En el ejemplo según la Fig. 5, dentro del canal 12 hay dos hojas de ventilación de aire 10, dispuestas una detrás de la otra. El medio de accionamiento 32, debido a influencias magnéticas, acciona dos hojas de ventilación de aire 10 de modo que tengan un movimiento de vaivén en sus respectivos segundos extremos 28. El movimiento de vaivén de las dos hojas de ventilación de aire 10 puede ser sincronizado o inverso. En la Fig. 6 dentro del canal 12 se disponen nuevamente dos hojas de ventilación de aire 10 dispuestas una al lado de la otra. El medio de accionamiento 32 hace que las dos hojas de ventilación de aire 10 tengan un movimiento de vaivén inverso. Esto se muestra en la Fig. 6 mediante las flechas A y B.

En la Fig. 7 se muestra el disipador térmico 48 de una luz de aeronave 50. El disipador térmico 48 comprende el cuerpo refrigerante 52 con varias aletas refrigerantes 54. Entre las aletas refrigerantes adyacentes 54, se forman los canales 56 donde las hojas de ventilación de aire 58 están ubicadas entre dos canales adyacentes. En este ejemplo, las hojas de ventilación de aire 58 están dispuestas alineadas con las aletas refrigerantes 54 que tienen porciones de recorte respectivas para alojar las hojas de ventilación de aire 58. La Fig. 8 muestra un elemento de montaje 60 que lleva las dos hojas de ventilación de aire 58 montadas de manera fija en sus respectivos primeros extremos 62 mediante un soporte 64. Los números de referencia 66 designan medios de accionamiento que, en este ejemplo, nuevamente se forman como solenoides para acoplarse de forma magnética a imanes permanentes 68 en las hojas de ventilación de aire 58. Las hojas de ventilación de aire 58 nuevamente pueden oscilar y tener un movimiento de vaivén en sus respectivos segundos extremos 70 como se describió anteriormente.

Como se describió anteriormente, una hoja de ventilación de aire se puede utilizar para refrigerar los componentes. Para minimizar el consumo de energía del medio de accionamiento, la hoja de ventilación de aire debería estimularse a su frecuencia de resonancia para conseguir máxima amplitud y máximo rendimiento de refrigeración. Sin embargo, en particular cuando están dispuestas con exposición al medio ambiente, la frecuencia de resonancia de una hoja de ventilación de aire puede variar bajo distintas influencias tales como cambios de temperatura, lluvia, suciedad o desechos similares que puede experimentar la hoja de ventilación de aire.

En consecuencia, es ventajoso rastrear la frecuencia de resonancia de la hoja de ventilación de aire.

Para determinar la frecuencia de resonancia de la hoja de ventilación de aire existen distintos enfoques que se pueden utilizar solos o en combinación.

1. La hoja de ventilación de aire se estimula a una frecuencia que varía dentro de un intervalo de frecuencia que abarca la frecuencia de resonancia esperada de la hoja de ventilación de aire. Dentro de este intervalo de frecuencia, se puede medir la corriente a través del solenoides 34, es decir, en el medio de accionamiento 32, y, en

consecuencia, se puede identificar la frecuencia con una corriente mínima. Esta frecuencia es idéntica a o al menos está cerca de la frecuencia de resonancia de la hoja de ventilación de aire 10.

Según el tamaño de la etapa de la frecuencia y las tolerancias de esta medición de corriente es posible llevar a cabo una medición de frecuencia de resonancia imprecisa relativa mediante el procedimiento mencionado anteriormente. Por lo tanto, en dicho caso, según la invención, se puede determinar la frecuencia de resonancia exacta o al menos una frecuencia de resonancia más precisa mediante la etapa 2 que se describe a continuación.

2. El solenoide 34 se estimula con la frecuencia determinada en la etapa 1 y, a partir de ese momento, se apaga. Directamente a partir de ese momento, se puede medir la tensión y/o corriente inducidas en el solenoide 34 debido a la hoja de ventilación de aire 10 todavía oscilante y se puede obtener la frecuencia de resonancia según las formas de onda de la tensión y/o corriente.

La determinación de frecuencia según la etapa 1 parece ser necesaria porque, de otro modo, no se puede obtener suficiente amplitud para medir. Para las mediciones de frecuencia, para el control de las mediciones y para controlar el uno o más solenoides 34, se puede utilizar un pequeño microcontrolador. El microcontrolador se puede operar con temporización de alta precisión y puede generar fácilmente las frecuencias relativamente bajas para los solenoides.

Existen distintas posibles implementaciones para utilizar el procedimiento según la invención con el propósito de identificar y rastrear la frecuencia de resonancia de la hoja de ventilación de aire 10:

1. Determinación de la frecuencia de resonancia únicamente midiendo los picos de corriente. La Fig. 9 muestra la dependencia de la corriente de la frecuencia de funcionamiento. El pico de corriente 80 identifica claramente (al menos aproximadamente) la frecuencia de resonancia de la hoja de ventilación de aire 10.

2. Determinación de la frecuencia de resonancia midiendo el pico de corriente, estimulando la hoja de ventilación de aire 10 a esta frecuencia de resonancia, y medición final de la frecuencia natural (es decir, frecuencia «Eigen»). La última se puede llevar a cabo según las formas de onda de la tensión y/o corriente inducidas en los solenoides debido a la hoja de ventilación de aire 10 todavía oscilante que va dejando de oscilar después de la activación del solenoide. A saber, la frecuencia de la tensión y/o corriente inducida en los solenoides después de terminar la estimulación de la hoja de ventilación de aire 10 es la frecuencia de resonancia.

3. Medición de la frecuencia de resonancia mediante sensores Hall o sin sensores mediante mediciones de corriente y/o tensión.

4. Estimulación de la hoja de ventilación de aire 10 con uno o más imanes electromagnéticos (p. ej., opuestos).

5. Para controlar los electroimanes, se puede utilizar un puente de accionamiento completo controlado por un microcontrolador.

Si bien la invención se ha descrito e ilustrado con referencia a una realización ilustrativa específica de la misma, no se pretende que la invención esté limitada a dicha realización ilustrativa. Los expertos en la técnica reconocerán que se pueden llevar a cabo variaciones y modificaciones sin alejarse del alcance verdadero de la invención según se define en las siguientes reivindicaciones. Por lo tanto, se pretende incluir dentro de la invención todas dichas variaciones y modificaciones según quedan comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Listado de números de referencia

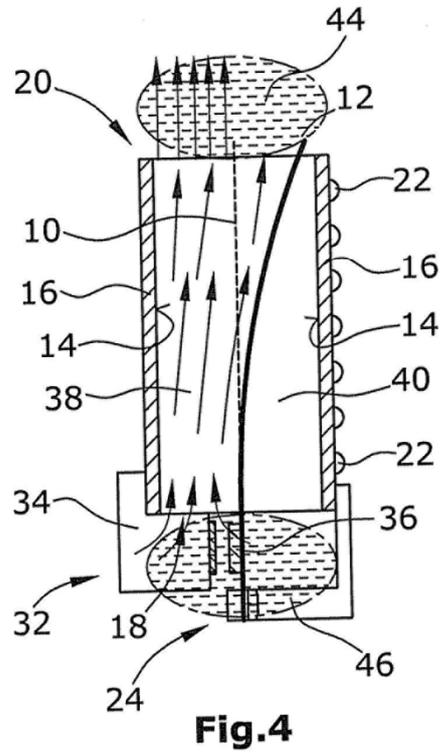
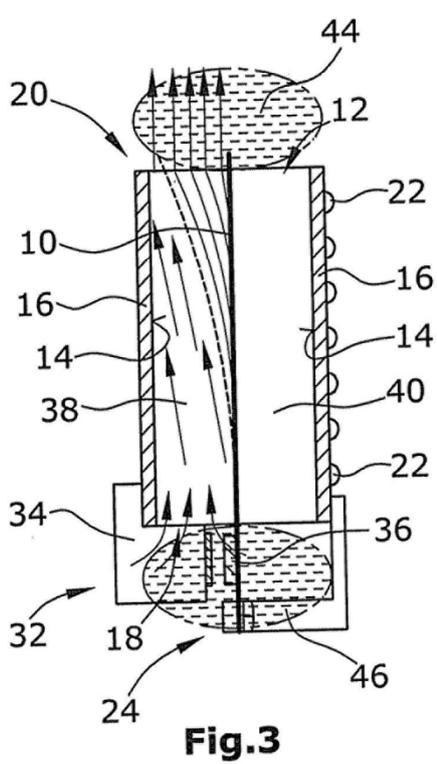
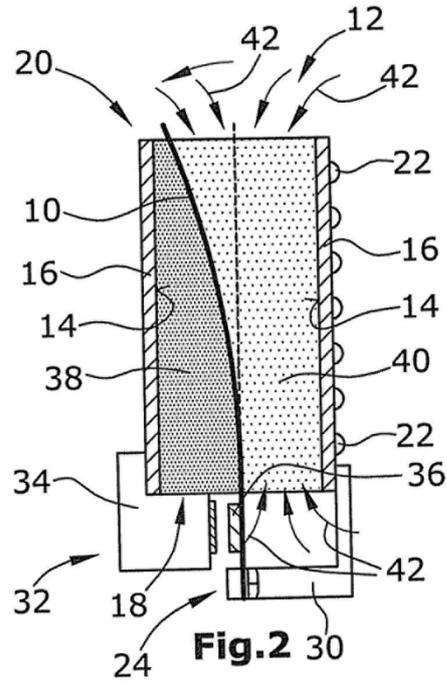
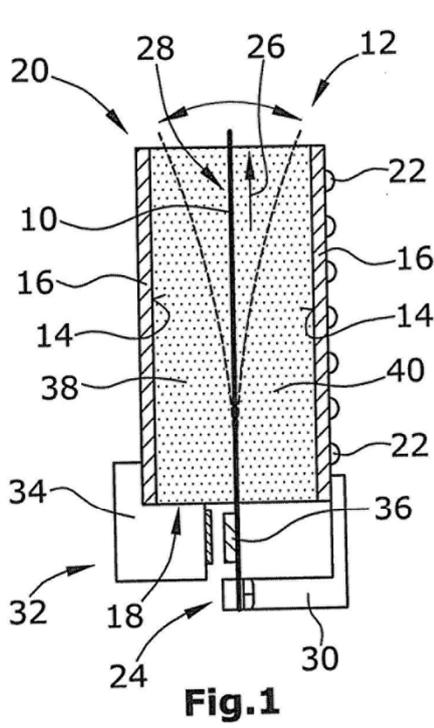
50	10	hoja de ventilación de aire
	12	canal
	14	superficies opuestas del canal
	16	paredes laterales del canal
	18	porción de entrada del canal
55	20	porción de salida del canal
	22	LED
	24	primer extremo longitudinal de la hoja de ventilación de aire
	26	flecha de flujo de aire
	28	segundo extremo longitudinal de la hoja de ventilación de aire
60	30	elemento de retención de la hoja de ventilación de aire

ES 2 723 175 T3

32	medio de accionamiento de la hoja de ventilación de aire
34	solenoides del medio de accionamiento
36	Imán del medio de accionamiento
38	cámara del canal
5 40	cámara del canal
42	flecha de movimiento de vaivén de la hoja de ventilación de aire
44	zona de baja presión
46	zona de alta presión
48	disipador térmico
10 50	luz de aeronave
52	cuerpo refrigerante
54	aletas refrigerantes
56	canales entre aletas refrigerantes
58	hoja de ventilación de aire
15 60	elemento de montaje de la hoja de ventilación de aire
62	primer extremo de la hoja de ventilación de aire
64	soporte
66	medio de accionamiento
68	imán del medio de accionamiento
20 70	segundo extremo con movimiento de vaivén de la hoja de ventilación de aire

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar un elemento vibratorio mecánico accionado por un medio de accionamiento, comprendiendo el procedimiento las etapas de
- 5
- operar el medio de accionamiento a una frecuencia de funcionamiento para estimular el elemento vibratorio con el fin de que oscile a esta frecuencia, estando el procedimiento **caracterizado por** las etapas de
 - ajustar la frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento para estimular el elemento vibratorio a distintas frecuencias, donde la etapa de ajustar la frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento
- 10 comprende ajustar la frecuencia de funcionamiento por etapas
- determinar un consumo de energía respectivo del medio de accionamiento según la frecuencia a la cual oscila el elemento vibratorio,
 - identificar una frecuencia de resonancia aproximada de la oscilación del elemento vibratorio como la frecuencia a la cual el consumo de energía del medio de accionamiento es el mínimo,
- 15
- estimular el elemento vibratorio operando el medio de accionamiento a la frecuencia de resonancia aproximada,
 - desactivar el medio de accionamiento,
 - determinar una forma de onda de la corriente o tensión eléctrica inducida en el medio de accionamiento debido al elemento vibratorio que va dejando de oscilar,
 - determinar una frecuencia de resonancia de la oscilación del elemento vibratorio como la frecuencia a la cual oscila
- 20 el elemento vibratorio en un punto de tiempo antes de empezar a dejar de oscilar, y
- operar el medio de accionamiento para estimular el elemento vibratorio a la frecuencia de resonancia.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde la etapa de identificar la frecuencia de resonancia aproximada comprende identificar la frecuencia a la cual una corriente eléctrica suministrada al medio de
- 25 accionamiento es mínima.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, donde el medio de accionamiento está acoplado al elemento vibratorio de forma electromagnética.
- 30 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde durante la oscilación del elemento vibratorio el reajuste de la frecuencia de funcionamiento del medio de accionamiento para identificar la frecuencia de resonancia del elemento vibratorio se lleva a cabo en intervalos de tiempo predeterminados o se lleva a cabo si el consumo de energía cambia en más de un valor umbral predeterminado.
- 35 5. Uso del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para controlar una hoja de ventilación de aire en un dispositivo de refrigeración para refrigerar un componente eléctrico tal como un LED.



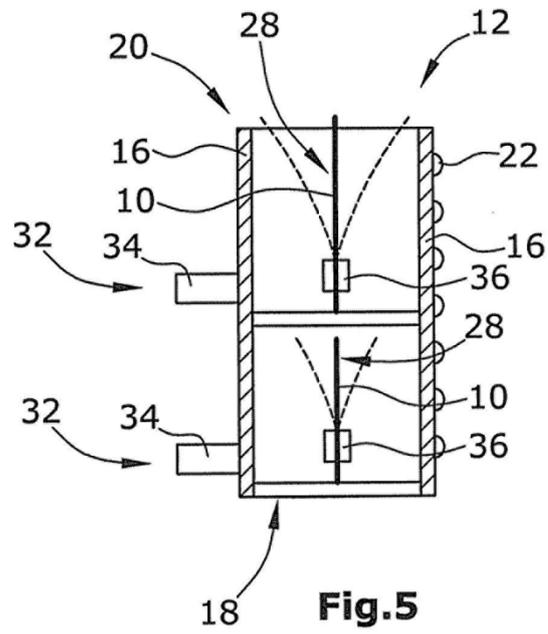


Fig.5

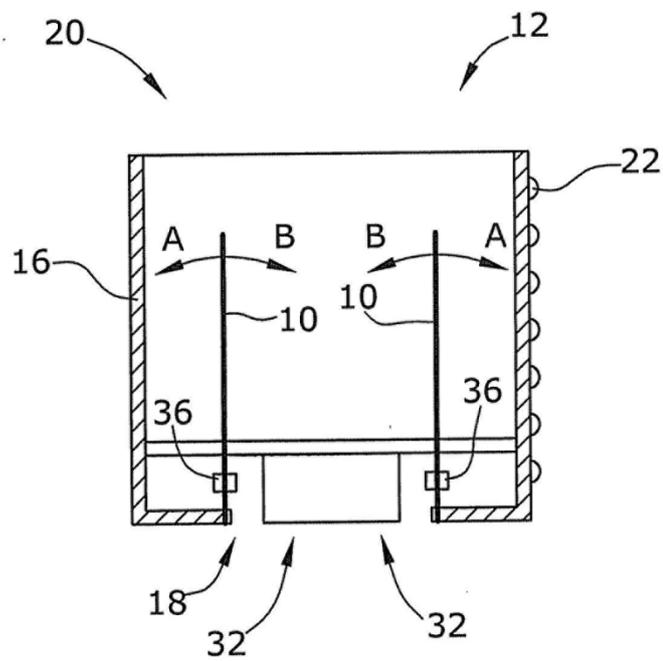


Fig.6

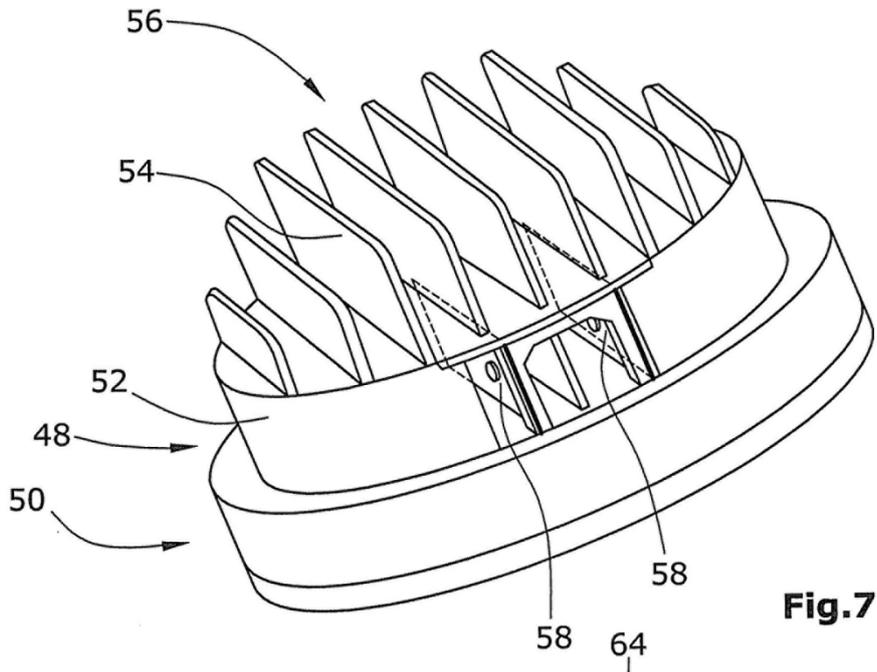


Fig.7

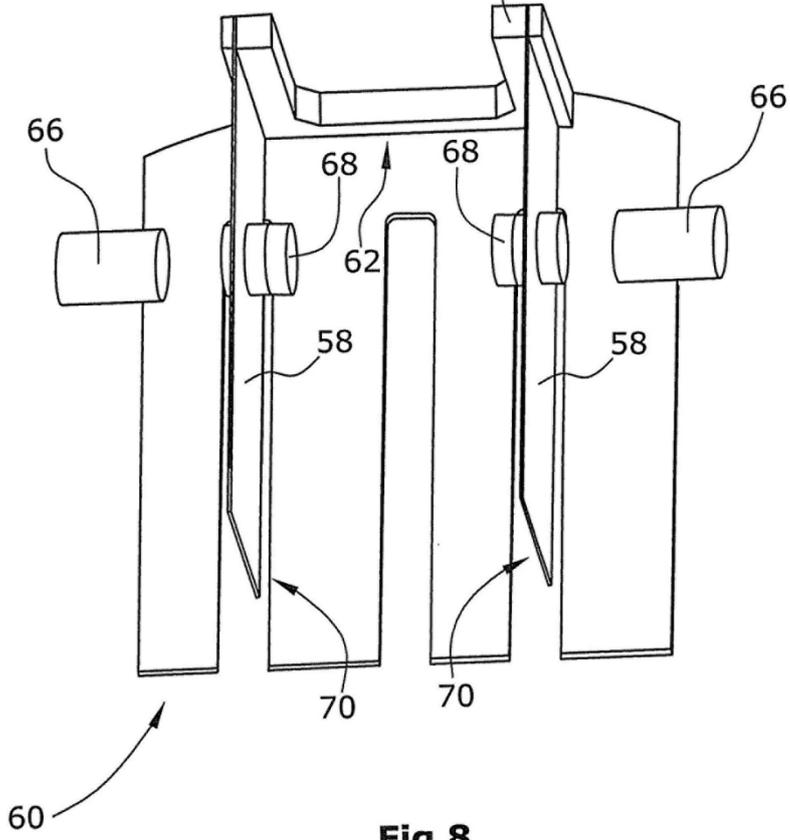


Fig.8

