



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 276 582**

⑫ Número de solicitud: 200500558

⑬ Int. Cl.:
F01D 23/00 (2006.01)

⑭

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑮ Fecha de presentación: **09.03.2005**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2007**

⑰ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.06.2007

⑱ Solicitante/s: **Universidad Politécnica de Madrid**
Avda. Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid, ES

⑲ Inventor/es: **Velázquez López, Ángel**

⑳ Agente: **No consta**

㉑ Título: **Procedimiento y aparato micromotor para la extracción de energía de un fluido utilizando la excitación de la calle de torbellinos de Karman.**

㉒ Resumen:

Procedimiento y aparato micromotor para la extracción de energía de un fluido utilizando la excitación de la calle de torbellinos de Karman.

El procedimiento consiste en hacer pasar un fluido en condiciones apropiadas por un conducto en cuyo interior se encuentra situado un prisma unido mediante elementos elásticos a las paredes de dicho conducto. Estos elementos permiten al prisma oscilar en un plano que contiene a su eje.

El movimiento del fluido alrededor del prisma excita de forma resonante la calle de torbellinos de Karman y genera fuerzas periódicas alrededor del prisma que dan lugar a un movimiento oscilatorio, cuya frecuencia y amplitud depende de los parámetros de diseño del aparato micromotor y de las variables fluidodinámicas.

El movimiento oscilatorio del prisma se utiliza para extraer energía del fluido. La aplicación del micromotor es la propulsión y generación de energía para microsistemas.

ES 2 276 582 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato micromotor para la extracción de energía de un fluido utilizando la excitación de la calle de torbellinos de Karman.

Sector técnico

La invención se encuadra en el sector técnico de los microsistemas. En particular, en las aplicaciones de propulsión y generación de energía.

Estado de la técnica

El desarrollo de micromotores es un campo de actividad tecnológica que se ha sirio desarrollando de manera continuada desde principios de los años 90. De hecho, en la literatura especializada es posible encontrar la descripción de múltiples diseños, desarrollados unas veces a nivel conceptual y otras hasta el nivel de prototipo. En general, los micromotores se utilizan para aplicaciones propulsivas de microrobots, microaviones, y microvehículos, movimiento de microactuadores, y generación de energía para microsistemas.

El concepto más conocido de micromotor es la microturbina de gas. Básicamente, se trata de un concepto que consiste en miniaturizar todos los componentes de una turbina de gas.

Los componentes de las microturbinas de gas deben trabajar de manera controlada con flujos tridimensionales en geometrías cuyo tamaño es del orden de los milímetros. Esto da lugar a dificultades tanto en el diseño del concepto sí como de fabricación de los álabes, también tridimensionales, de la microturbina. Soslayar estas dificultades es factible pero lleva a diseños complejos que incrementan el coste de éstos microsistemas.

Desde el punto del procedimiento, las microturbinas generan un campo fluido tridimensional que da lugar a sustentación aerodinámica en los perfiles de una cascada de álabes que rota respecto a un eje. La rotación de ese eje se utiliza para extraer energía del sistema.

Un ejemplo de patente reciente en el campo de las microturbinas de gas es la 20030215323 "Micro gas turbina engine with active tip clearance control" registrada en la United Status Patent and Trademark Office.

Otra familia de conceptos de micromotor utiliza el procedimiento de extraer energía del sistema mediante la utilización de efectos electrostáticos, magnéticos o piezo-eléctricos.

Descripción detallada de la invención

La presente invención consiste en un procedimiento y aparato micromotor para la extracción de energía de un fluido de trabajo basado en un efecto físico distinto del que utilizan los otros tipos de micromotores descritos en el apartado Estado de la Técnica de esta Patente. Este efecto es la excitación resonante de la calle de torbellinos de Karman en el movimiento de un fluido alrededor de un cuerpo prismático.

El procedimiento consiste en hacer pasar un fluido por un conducto en cuyo interior se encuentra situado un prisma unido mediante elementos elásticos a las paredes de dicho conducto. Estos elementos permiten al prisma oscilar en un plano que contiene a su eje.

El movimiento del fluido alrededor del prisma excita de forma resonante la calle de torbellinos de Karman y genera fuerzas periódicas alrededor del prisma que dan lugar a un movimiento oscilatorio, cuya frecuencia y amplitud depende de los parámetros de

diseño del aparato micromotor y de las variables fluidodinámicas.

Las condiciones de operación son las referidas al rango de

- 5 - número de Reynolds, definido como el producto de la velocidad del fluido a la entrada del conducto multiplicado por el diámetro máximo de la sección transversal del prisma y dividido por la viscosidad cinemática del fluido
- 10 - número de Mach, definido como el cociente entre la velocidad del fluido a la entrada del conducto y la velocidad del sonido en dicho fluido
- 15 - número de Strouhal, definido como la frecuencia adimensionalizada con la velocidad del fluido a la entrada del conducto y el diámetro máximo de la sección transversal del prisma de las fuerzas periódicas que sufre dicho prisma como consecuencia de la aparición de la calle de torbellinos de Karman

25 En particular, el rango de operación para el procedimiento es:

- Número de Reynolds en el rango de 0.1 a 10000
- 30 - Número de Mach inferior a 1 en la entrada del conducto y sin que se alcancen condiciones sónicas en ningún punto del campo fluido
- 35 - Frecuencia natural de vibración del sistema masa-amortiguamiento-rigidez del conjunto prisma-elementos elásticos en el rango de 0.01 a 1000 veces la frecuencia asociada al número de Strouhal de las fuerzas de carácter periódico que aparecen en el prisma
- 40

45 El hecho de que para determinada combinación de parámetros fluidodinámicos la topología de la calle de torbellinos de Karman sea bidimensional, implica que el dispositivo concebido para la puesta en práctica de este procedimiento es más sencillo y barato de fabricar que una microturbina de gas.

50 Por otra parte, la eficiencia energética de la presente invención es inferior a la de una microturbina de gas. De ahí que el campo natural de aplicación industrial de la presente invención sea en aquellas situaciones en las que el coste del micromotor sea un factor más determinante que su rendimiento energético.

55 El dispositivo concebido para la puesta en práctica del procedimiento es un micromotor para aplicaciones de propulsión y generación de energía para microsistemas. Estos microsistemas pueden ser, pero no se limitan a, microrobots, microaviones, microvehículos y microactuadores.

60 En el estado actual de la técnica, los micromotores son sistemas cuyos diseños son complejos y, en consecuencia, caros de fabricar. La presente invención va en la dirección de simplificar y abaratar dichos diseños.

65 El primer componente del micromotor es un conducto por el que se hace pasar un fluido.

El conducto puede tener cualquier tipo de sección.

El fluido de trabajo, normalmente un gas, puede

estar en régimen compresible incompresible, a temperatura ambiente o a alta temperatura como resultado de un proceso de combustión.

En el interior del conducto se encuentra situado un prisma unido mediante elementos elásticos a las paredes de dicho conducto.

Normalmente, el eje mayor del prisma es perpendicular al eje del conducto, aunque también es posible que el ángulo que formen sea distinto de 90 grados.

La forma de la sección del prisma puede ser tanto circular como poligonal, regular irregular, de cualquier número de lados.

Los elementos elásticos pueden ser, pero no están limitados a, muelles o varillas elásticas. Los elementos elásticos permiten al prisma oscilar en un plano que contiene a su eje mayor.

Con la selección de las variables fluidodinámicas descrita en el rango de operación del procedimiento, el movimiento del fluido alrededor del prisma excita de forma resonante la calle de torbellinos de Karman y da lugar a fuerzas periódicas alrededor del propio prisma. Estas fuerzas generan un movimiento oscilatorio en el prisma, cuya frecuencia y amplitud dependen de los parámetros de diseño del micromotor y de dichas variables fluidodinámicas.

El movimiento oscilatorio del prisma se utiliza para extraer energía del sistema. La conversión de la energía cinética de oscilación del prisma en energía eléctrica, por ejemplo, se realiza mediante un microgenerador comercial que no es objeto de la presente invención.

La presente invención puede ser aplicada en diferentes campos y, en concreto puede ser empleada para la propulsión de sistemas microelectromecánicos

y microrobots, actuación de microactuadores, generación de energía para microsistemas y microvehículos aéreos.

Exposición de al menos un modo de realización de la invención

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante el siguiente ejemplo, que no es limitativo de su alcance.

Ejemplo 1

Fluido de trabajo: aire comprimido a 1000000 Pa (10 atmósferas) y temperatura ambiente.

Velocidad del aire: 0.4 m/seg.

Gasto de aire: 0.002 kg/seg (2 gramos/seg).

Número de Mach: 0.001

Conducto de sección cuadrada de lado 0.006 m (6 mm), cuya longitud es 0.030 m (30 mm).

El eje del conducto está situado en posición horizontal.

Prisma oscilante de sección también cuadrada de lado 0.001 m (1 mm), cuya longitud es 0.005 m (5 mm) de modo que queda una tolerancia de 0.0005 m (0.5 mm) entre los extremos del prisma y las paredes del conducto.

Número de Reynolds basado en el diámetro máximo de la sección transversal del prisma: 350.

El eje principal del prisma está situado en posición horizontal y perpendicular al eje del conducto, de modo que oscila en el plano vertical.

Rigidez de los elementos elásticos: 0.006 Nw/m.

Fuerza máxima en dirección vertical que aparece como consecuencia de la aparición de la calle de torbellinos de Karman: 0.00001 Nw.

Frecuencia de oscilación del prisma: 70 Hz (70 ciclos/seg).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la extracción de energía de un fluido de trabajo **caracterizado** por estar basado en la excitación resonante de la calle de torbellinos de Karman cuyas etapas son:

- preparación de un fluido de trabajo cuyo número de Reynolds, basado en el diámetro máximo de la sección transversal de un prisma alrededor del cual circulará dicho fluido, está en el rango de 0.1 a 10000 y cuyo número de Mach es inferior a 1 y tal que en el movimiento alrededor del prisma no se alcanzan condiciones sónicas
- inyección del fluido en un conducto que alberga en su interior un prisma de sección circular o poligonal unido a las paredes del canal mediante elementos elásticos
- puesta en circulación del fluido alrededor de dicho prisma cuyo eje mayor forma con el eje del canal un ángulo comprendido entre 45 y 90 grados
- formación automática debida a la topología del campo fluido de la calle de torbellinos de Karman
- generación de una oscilación resonante basada en el acoplamiento fluido-térmico-mecánico de las fuerzas generadas por la calle de torbellinos de Karman con la oscilación del prisma y de los elementos elásticos, cuyo sistema masa-rigidez-amortiguamiento tiene una frecuencia natural que en el rango de entre 0.01 y 1000 veces la frecuencia asociada al número de Strouhal de las fuerzas de carácter periódico que aparecen en el prisma
- conversión de la energía mecánica de la oscilación del prisma en energía eléctrica mediante en uso de un generador o microgenerador.

2. Un aparato micromotor concebido para la puesta en práctica del procedimiento descrito en la reivindicación 1 **caracterizado** por estar formado por los siguientes elementos:

- conducto sellado de sección constante o variable de forma circular o poligonal de 3 o más lados por el que se hace circular un fluido de trabajo cuyas variables fluidodinámicas están descritas en la reivindicación 1
- prisma de sección circular o poligonal regular o irregular de 3 o más lados situado en el interior del conducto y unido a las paredes del mismo mediante elementos elásticos, cuyo eje mayor forma con el eje del conducto un ángulo comprendido entre 45 y 90 grados
- elementos elásticos que permiten la oscilación del prisma en un plano que contiene a su eje mayor y cuya frecuencia natural asociada al sistema masa-rigidez-amortiguamiento del conjunto prisma-elementos elásticos está comprendida en el rango paramétrico especificado en la reivindicación 1
- un microgenerador cuya misión es convertir la energía mecánica de la oscilación del prisma en energía eléctrica.

3. Uso del procedimiento descrito en la reivindicación 1 y del aparato micromotor descrito en la reivindicación 2 **caracterizado** por su aplicación en los siguientes campos:

- propulsión de sistemas microelectromecánicos y microrobots
- actuación de microactuadores
- generación de energía para microsistemas
- microvehículos aéreos



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 276 582

⑫ Nº de solicitud: 200500558

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: **09.03.2005**

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **F01D 23/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	JP 2001157433 A (FUJITSU LTD) 08.06.2001, resumen; figuras.	1-3
A	DE 10205531 A1 (WISSNER KAI) 21.08.2003, párrafos [6-12]; figuras.	1
A	GB 2002456 A (STUMMER F) 21.02.1979, resumen; figuras 1,2.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
28.05.2007

Examinador
J. Galán Mas

Página
1/1