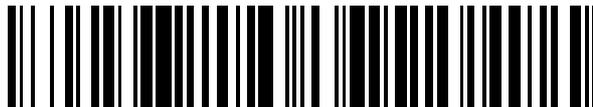


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 720**

51 Int. Cl.:

G01K 17/00 (2006.01)

G01J 5/12 (2006.01)

H01L 35/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.07.2011 PCT/EP2011/061371**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2012 WO12004286**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2011 E 11729317 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2591327**

54 Título: **Dispositivo de medición de un flujo térmico y procedimiento de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

06.07.2010 FR 1055463

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

09.04.2018

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ DU MAINE (100.0%)
Avenue Olivier Messiaen
72085 Le Mans Cedex 9, FR**

72 Inventor/es:

**CAMBERLEIN, LIONEL;
GAVIOT, ETIENNE;
POLET, FRÉDÉRIC;
BECHE, BRUNO;
FAILLEAU, GUILLAUME;
RONAN, MORICE y
LE SANT, VÉRONIQUE**

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 662 720 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

Dispositivo de medición de un flujo térmico y procedimiento de fabricación del mismo

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de flujo térmico.
- 10 Los dispositivos de medición de flujo térmico se basan en el uso de termopilas. Una termopila es un componente electrónico que convierte la energía térmica en energía eléctrica. Una termopila está compuesta, por ejemplo, por termopares o células que normalmente se conectan en serie. Una célula consta de dos metales o aleaciones de diferentes tipos, por ejemplo, cobre y constantano o Nickel y Chromel®. Los metales o aleaciones están unidos por dos termouniones. Cada célula tiene una zona enfriada en una primera termounión y una zona calentada en una segunda termounión. Mediante el efecto Seebeck, el termopar genera una diferencia de potencial que depende de la diferencia de temperatura entre las termouniones.
- 15 Cabe señalar aquí que un termopar no mide una temperatura, sino una diferencia de temperatura.
- 20 La patente FR 2781931 divulga una termopila que comprende una pluralidad de termouniones, del tipo distribuidas, realizadas sobre un sustrato de silicio. El sustrato tiene una pluralidad de zonas de discontinuidad térmica que presentan una conductividad térmica estrictamente inferior a la conductividad térmica del sustrato. Las zonas de discontinuidad térmica están ubicadas respectivamente a la derecha de una unión en dos.
- 25 Este tipo de termopila no es adecuado para mediciones de flujo térmico a altas temperaturas, tales como 1000 °C. Otro medidor de flujo se describe en "Features of Semiconductor Fluxmeters" (Características de los flujómetros de semiconductores) de Oleg V. Lobach et al, páginas 78-80, en 4th Siberian Russian Workshop and Tutorials (4º Taller de la Rusia Siberiana y Tutoriales) EDM' 2003, Sección I. El objeto de la presente invención es resolver las desventajas de la técnica anterior al proporcionar un dispositivo para medición de un flujo térmico que es conveniente para mediciones de flujo térmico a altas temperaturas tales como 1000 °C y tiene una buena sensibilidad.
- 30 Para este fin, de acuerdo con un primer aspecto, la invención propone un dispositivo para medir un flujo térmico, que comprende una termopila constituida por una pluralidad de termouniones distribuidas, caracterizado porque el dispositivo consiste en un primer y un segundo sustrato de cerámica, una primera cara del primer sustrato está compuesta de cavidades separadas por cuñas de cerámica, la termopila se coloca en la cara plana del primer sustrato opuesta a la primera cara, las cuñas del primer sustrato son colocadas debajo de una termounión en dos de la termopila, una primera cara del segundo sustrato está compuesta de cavidades separadas por cuñas de cerámica, una segunda cara del segundo sustrato es plana, la primera cara del segundo sustrato está compuesta de cavidades y cuñas que descansan sobre las termouniones de modo que las cuñas del segundo sustrato descansen en una termounión bajo la cual no se halle dispuesta una cuña del primer sustrato.
- 35 De este modo, disponiendo las cuñas del primer y segundo sustratos de esta manera, las líneas de flujo térmico se concentran al nivel de las cuñas del segundo sustrato, cuyos contactos inferiores obligan a que todo el calor pase a las termouniones calientes de la termopila y a las cuñas Ca1 a Ca4.
- 40 Esta duplicación de cuñas para los sustratos de cerámica disminuye la conductividad térmica del dispositivo para medir el flujo térmico y mejora enormemente la sensibilidad del dispositivo de medición de flujo térmico.
- 45 El conjunto de sustratos permite una deflexión óptima de las líneas de calor que pasan por el dispositivo de medición del flujo térmico y permite obtener una pluralidad de gradientes térmicos tangenciales a la termopila, es decir, en un plano perpendicular a las líneas de calor que pasan a través del dispositivo de medición del flujo térmico.
- 50 De acuerdo con una realización particular de la invención, la cerámica tiene una conductividad térmica de entre 0,5 y 15 W/mK.
- 55 Por lo tanto, una conductividad térmica de entre 0,5 y 15 W/mK permite obtener diferentes compromisos en términos de sensibilidad, tiempo de respuesta y resistencia total a la transferencia térmica.
- 60 De acuerdo con una realización particular de la invención, la cerámica tiene una conductividad térmica de 1,46 W/mK.
- Por lo tanto, una conductividad térmica de 1,46 W/mK es un compromiso en términos de sensibilidad, tiempo de respuesta y resistencia total a la transferencia térmica.

De acuerdo con una realización particular de la invención, las cavidades y cuñas se obtienen mecanizando los sustratos.

5 Por lo tanto, la operación se realiza de forma automática y con una máquina de bajo coste. La operación de mecanizado sustituye ventajosamente a una operación tal como, por ejemplo, el grabado en seco con los lados derechos de la microtecnología por RIE (grabado iónico reactivo). Este tipo de grabado es largo y muy caro.

10 De acuerdo con una realización particular de la invención, los sustratos primero y segundo están unidos entre sí a través de las cuñas del segundo sustrato, de la cara del segundo sustrato compuesta de cavidades separadas por cuñas de cerámica, de la segunda cara del primer sustrato y de la termopila.

Por lo tanto, la fabricación de un dispositivo de medición de flujo térmico se descompone en en operaciones simples que no requieren equipos complejos.

15 De acuerdo con una realización particular de la invención, la termopila consiste en una tira continua compuesta alternativamente de depósitos de un primer y segundo metales o aleaciones de diferentes características termoeléctricas, la tira continua es de forma serpenteante y está plegada para formar un cuadrilátero y cada depósito de metal o aleación de un meandro se yuxtapone a un depósito de metal o aleación diferente de otro meandro.

20 Así pues, el carácter continuo de la tira del primer conductor impide que el circuito eléctrico se rompa en caso de defectos en el chapado debidos al segundo depósito de metal o aleación, como por ejemplo un agrietamiento por dilatación o una fisura mecánica.

25 Además, la disposición de los depósitos en forma de damero permite realizar el mecanizado de los sustratos simplemente en surcos paralelos.

30 De acuerdo con una realización particular de la invención, los metales o aleaciones tienen conductividades eléctricas diferentes, los depósitos de metal o aleación que tienen la mayor conductividad eléctrica se efectúan sobre depósitos de metal o aleación que tienen la conductividad eléctrica más baja, los depósitos de metal o aleación con la conductividad eléctrica más alta y los depósitos de metal o aleación con la conductividad eléctrica más baja sobre los que se efectúan los depósitos de metal o aleación con la mayor conductividad eléctrica tienen en sus extremos un ancho igual al ancho de los depósitos de metal o aleación que tienen la conductividad eléctrica más baja y sobre los cuales no se efectúa depósito de metal o aleación con la mayor conductividad eléctrica y tienen en su parte intermedia un ancho inferior al ancho de los depósitos de metal o aleación que tienen la mayor conductividad eléctrica y sobre los cuales no se hace depósito de metal o aleación con la mayor conductividad eléctrica.

Por lo tanto, la anterior disposición de dos metales o aleaciones con la mayor conductividad permite beneficiarse de un coeficiente relativo equivalente de Seebeck de valor óptimo.

40 Asimismo, se optimiza la relación señal/ruido del dispositivo de medición de flujo térmico.

45 De acuerdo con una realización particular de la invención, la termopila comprende un primer y un segundo bornes de contacto, estando cada borne de contacto adaptado para ser conectado eléctricamente a un cable, y estando el segundo sustrato mecanizado en cada lado enfrentado al borne de contacto para permitir el devanado del cable alrededor de un perno dispuesto en el centro de la pieza mecanizada.

Por lo tanto, el devanado del cable alrededor del perno permite hacer bornes de contacto que son particularmente robustos frente a las continuas tracciones, dilataciones y vibraciones mecánicas.

50 Correlativamente, la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un dispositivo de medición de un flujo térmico, que comprende una termopila que está constituida por una pluralidad de termouniones distribuidas, caracterizado porque el procedimiento comprende las etapas de:

- 55 - mecanizado de un primer sustrato de cerámica en una primera cara para obtener cavidades separadas por cuñas de cerámica,
- deposición de la termopila en la segunda cara plana del primer sustrato, quedando las cuñas del primer sustrato bajo una termounión en dos de la termopila,
- mecanizado de un segundo sustrato de cerámica en una cara para obtener cavidades separadas por cuñas de cerámica,
- 60 - unión de la cara mecanizada del segundo sustrato sobre la cara del primer sustrato que comprende la termopila de modo que las cuñas del segundo sustrato descansan sobre una termounión debajo de la cual no esté dispuesta una cuña del primer sustrato.

De este modo, disponiendo las cuñas del primer y segundo sustratos de esta manera, las líneas de flujo térmico se concentran al nivel de las cuñas del segundo sustrato, cuyos contactos inferiores obligan a que todo el calor pase a las termouniones calientes de la termopila y a las cuñas Ca1 a Ca4.

5 Esta duplicación de cuñas para los sustratos de cerámica reduce la conductividad térmica del dispositivo de medición de flujo térmico y mejora en gran medida la sensibilidad del dispositivo de medición del flujo térmico.

10 Este conjunto de sustratos permite una deflexión óptima de las líneas de calor que pasan a través del dispositivo de medición de flujo térmico y proporciona una pluralidad de gradientes térmicos tangenciales a la termopila, es decir, en un plano perpendicular a las líneas de calor que pasan a través del dispositivo de medición de flujo de calor.

Además, la fabricación de un dispositivo de medición de flujo térmico se descompone en operaciones simples que no requieren equipos complejos.

15 De acuerdo con una realización particular de la invención, el procedimiento comprende además una etapa de pulido de la segunda cara plana del primer sustrato preferiblemente antes de la deposición de la termopila.

20 Por lo tanto, es posible utilizar cerámicas mecanizables que no están destinadas a ser comercializadas para aplicaciones microelectrónicas.

25 De acuerdo con una realización particular de la invención, la termopila comprende un primer y un segundo bornes de contacto, estando adaptado cada borne de contacto para conectarse eléctricamente a un cable, y comprendiendo además el procedimiento una etapa de mecanizado del segundo sustrato en cada lado enfrenteado al un borne de contacto para permitir el devanado del cable alrededor de una perno dispuesto en el centro de la pieza mecanizada.

De acuerdo con una realización particular de la invención, el procedimiento comprende adicionalmente los pasos de:

- devanado de cada cable alrededor del perno,
- unión de cada cable al segundo sustrato con un adhesivo conductor,
- 30 - establecimiento de una conexión eléctrica entre cada cable unido y un borne de contacto con un adhesivo conductor.

35 Por lo tanto, el devanado del cable alrededor del perno permite hacer bornes de contacto que son particularmente robustos frente a las continuas tracciones, dilataciones y vibraciones mecánicas.

Las características de la invención mencionadas anteriormente, así como otras, aparecerán más claramente al leer la siguiente descripción de una realización a modo de ejemplo. Dicha descripción se realiza en relación con los dibujos adjuntos, entre los cuales:

- 40 La Figura 1 representa los dos sustratos que constituyen el dispositivo para la medición de un flujo térmico de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 2 representa el dispositivo de medición de un flujo térmico de acuerdo con la presente invención, así como también la deflexión del flujo térmico obtenida de acuerdo con la presente invención;
- 45 La Figura 3 representa una representación esquemática del primer sustrato y la termopila;
- La Figura 4 es un modo particular de la geometría de los depósitos de metales o aleaciones;
- La Figura 5 es una vista esquemática del mecanizado del segundo sustrato en cada lado enfrenteado a un borne de contacto de la termopila y la colocación del cable en la parte mecanizada;
- 50 La Figura 6 es una sección del mecanizado del segundo sustrato en el lado que mira hacia el borne de contacto de la termopila y la colocación del cable en la parte mecanizada;
- La Figura 7 es una sección del mecanizado del segundo sustrato en el lado que mira hacia el borne de contacto de la termopila y la unión del cable en la parte mecanizada;
- La Figura 8 es una sección del mecanizado del segundo sustrato en el lado que mira hacia el borne de contacto de la termopila y el establecimiento de la conexión eléctrica entre el cable unido en la parte mecanizada y el borne de contacto de la termopila;
- 55 La Figura 9 es un ejemplo de un algoritmo para fabricar un dispositivo para medir un flujo térmico de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 10 es un ejemplo de un algoritmo para la colación de la conexión de un dispositivo para medir un flujo térmico de acuerdo con la presente invención

60 La **Figura 1** representa los dos sustratos que constituyen el dispositivo para medir un flujo térmico de acuerdo con la presente invención.

De acuerdo con la presente invención, los dos sustratos Ce1 y Ce2 que constituyen el dispositivo de medición de un flujo térmico son sustratos de cerámica.

El sustrato Ce1 tiene una cara compuesta de cavidades separadas por cuñas de cerámica Ca1 a Ca4.

El sustrato Ce2 tiene una cara compuesta de cavidades separadas por cuñas de cerámica Ca5 a Ca9.

5 De acuerdo con una realización particular de la presente invención, cada cara compuesta de cavidades separadas por cuñas de cerámica se obtiene mecanizando dicho sustrato, más específicamente mediante fresado de dicho sustrato.

10 Los sustratos de cerámica mecanizables están hechos, por ejemplo, de un material cerámico mecanizable suministrado bajo la marca comercial MACOR® por la empresa CORNING®.

La cerámica utilizada de acuerdo con la presente invención tiene una conductividad térmica de entre 0,5 y 15 W/mK.

15 La conductividad térmica de la cerámica permite definir el tiempo de respuesta, la precisión, la capacidad de medir el estado adiabático del dispositivo para medir el flujo de térmico.

A modo de ejemplo y sin limitación, la cerámica tiene una conductividad térmica de 1,46 W/mK.

20 Cuando el primer sustrato es de cerámica MACOR® mecanizable, la otra cara de la cerámica debe pulirse para obtener una superficie cuya granularidad sea compatible con el espesor de los metales o aleaciones depositadas en esa cara para fabricar la termopila.

25 Por ejemplo y de forma no limitativa, la granularidad de la cara sobre la que se deposita la termopila está entre 600 nm y 1,2 µm.

Los dos metales o aleaciones Co1 y Co2 que forman la termopila se representan en sombreados verticales y horizontales en la Figura 1. Los dos metales o aleaciones Co1 y Co2 se depositan sobre la cara pulida del primer sustrato Ce1 en una denominada configuración chapada en la que el conductor Co2 que tiene la conductividad más alta se solapa parcialmente con el conductor Co1 que tiene la conductividad eléctrica más baja.

30 Bien entendido que la presente invención es aplicable cuando los dos conductores están en una denominada configuración yuxtapuesta, es decir, cuando los dos conductores están yuxtapuestos.

35 Debe observarse que los grosores de los conductores Co1 y Co2 mostrados en la Figura 1 y, en particular, su relación con los espesores de las cerámicas Ce1 y Ce2 y las cuñas Ca1 a Ca9 no reflejan la realidad.

40 En una realización particular, cada sustrato de cerámica tiene un espesor de 1 mm, cada cavidad tiene un ancho de 1,5 mm y una profundidad de 0,7 mm y cada cuña tiene un ancho de 0,5 mm y una profundidad de 0,7 mm.

La elección de la cerámica como sustrato permite producir un dispositivo para medir un flujo térmico que funciona a temperaturas del orden de 1000 °C. Además, la cerámica utilizada de acuerdo con la presente invención tiene un coeficiente de dilatación compatible con los metales y / aleaciones que forman la termopila.

45 Por ejemplo, la cerámica tiene un coeficiente de dilatación de $93 \cdot 10^{-7} \text{ m} / ^\circ\text{C}$ para temperaturas de 25 °C a 300 °C y tiende a $125 \cdot 10^{-7} \text{ m} / ^\circ\text{C}$ para aproximadamente 800 °C. La conductividad térmica de la cerámica es de 1,46 W/mK entre 0 °C y 600 °C y varía de 1,35 a 1,5 W/mK en todo el rango de aplicación.

50 La **Figura 2** representa el dispositivo para medir un flujo térmico de acuerdo con la presente invención, así como también la deflexión del flujo de térmico obtenida de acuerdo con la presente invención.

De acuerdo con la presente invención, los dos sustratos Ce1 y Ce2 se unen usando una cola eléctricamente no conductora.

55 La cara superior del sustrato Ce2 es la cara que recoge el flujo térmico incidente representado por las flechas en la parte superior de la Figura 2.

60 Las cuñas Ca5 a Ca9 del segundo sustrato Ce2 permiten obtener una constricción de líneas de flujo térmico al nivel de las cuñas Ca5 a Ca9 cuyos contactos inferiores obligan a que todo el calor pase a las termouniones calientes Tj1, Tj3, Tj5, Tj7 a Tj9.

Las termouniones calientes Tj1, Tj3, Tj5, Tj7 a Tj9 están ubicadas preferiblemente por debajo del medio de las cuñas Ca5 a Ca9.

Las cuñas Ca5 a Ca9 del segundo sustrato Ce2 permiten obtener una constricción de líneas de flujo térmico al nivel de las cuñas Ca1 a Ca4 cuyos contactos inferiores obligan a que todo el calor de las termouniones calientes Tj1, Tj3, Tj5, Tj7 y Tj9 pase a las cuñas Ca1 a Ca4.

5 Esta duplicación de cuñas para los sustratos de cerámica Ce1 y Ce2 disminuye la conductividad térmica del dispositivo para medir un flujo térmico y mejora enormemente la sensibilidad del dispositivo para medir un flujo térmico.

10 Las cuñas Ca1 a Ca4 del primer sustrato Ce1 están dispuestas bajo las termouniones en dos Tj2, Tj4, Tj6, Tj8 de la termopila, las cuñas del segundo sustrato Ca1 a Ca5 descansan sobre las termouniones en dos Tj1, Tj3, Tj5, Tj7 y Tj9 bajo las que no se halla dispuesta una cuña Ca1 a Ca4 del primer sustrato de Ce1.

15 En la Figura 2, la denominada configuración chapada no se representa a fin de simplificar.

Se debe observar aquí que la cara inferior del sustrato Ce1 se apoya en un disipador de calor no mostrado en la Figura 2.

20 La **Figura 3** representa una representación esquemática del primer sustrato y la termopila.

La termopila consiste en una banda continua compuesta alternativamente por depósitos de un primer y segundo metales o aleaciones de diferentes características termoeléctricas. La banda continua es de forma serpenteante y esta plegada para formar un cuadrilátero. Cada depósito de metal o aleación de un meandro se yuxtapone a un depósito de metal o aleación diferente de otro meandro.

25 Esto permite la realización de las cuñas en forma de líneas.

En una realización alternativa, cada depósito de metal o aleación de un meandro se yuxtapone a un depósito de metal o aleación idéntica de otro meandro.

30 De acuerdo con esta realización, las cuñas se realizarán en forma de damero.

Las áreas sombreadas horizontales representan los depósitos de metal o aleación de más conductividad eléctrica que se efectúan sobre una parte de los depósitos de metal o aleación con menor conductividad eléctrica.

35 Las áreas sombreadas verticales representan los depósitos de metal o aleación de menor conductividad eléctrica.

Los bornes PI1 y PI2 son bornes a los que se conectarán cables eléctricos para medir la fuerza electromotriz producida por la termopila.

40 La **Figura 4** es un modo particular de la geometría de los depósitos de metales o aleaciones.

De acuerdo con la realización particular de la Figura 4, los depósitos de metal o aleación que tienen la mayor conductividad eléctrica se efectúan sobre los depósitos de metal o aleación que tienen la conductividad eléctrica más baja.

50 Los depósitos de metal o aleación que tienen la mayor conductividad eléctrica y los depósitos de metal o aleación que tienen la conductividad eléctrica más baja sobre los que se efectúan depósitos de metal o aleación que tienen la mayor conductividad eléctrica representados por sombreado horizontal tienen en sus extremos una anchura igual a la anchura de los depósitos de metal o aleación, representados por sombreado vertical, que tienen la conductividad eléctrica más baja y sobre los que no se efectúa ninguna deposición de metal o aleación que tenga la conductividad eléctrica más alta.

55 Los depósitos de metal o aleación que tienen la mayor conductividad eléctrica y los depósitos de metal o aleación que tienen la conductividad eléctrica más baja sobre los que se efectúan depósitos de metal o aleación que tienen la mayor la conductividad eléctrica tienen en su parte intermedia un ancho menor que el ancho de los depósitos de metal o aleación que tienen la conductividad eléctrica más baja y sobre los cuales no se efectúa ninguna deposición de metal o aleación que tenga la mayor conductividad eléctrica.

60 La **Figura 5** es una vista esquemática del mecanizado del segundo sustrato en cada lado enfrentado a un borne de contacto de la termopila y la colocación del cable en la parte mecanizada.

El segundo sustrato se mecaniza en cada lado enfrentado a un borne de contacto para crear un rebaje Ev alrededor de un perno Po.

El cable Fi está envuelto alrededor del perno Po dispuesto en el centro del rebaje.

Por ejemplo, el perno Po es un cuadrado de 2 mm de lado.

5

El rebaje se realiza en un cuadrado de 4 mm de lado y un ancho de 1 mm.

La **Figura 6** es una sección del mecanizado del segundo sustrato en el lado que mira hacia el borne de contacto de la termopila y la colocación del cable en la parte mecanizada.

10

La termopila depositada sobre el sustrato Ce1 comprende un primer y un segundo bornes de contacto.

En el ejemplo de la Figura 6, el terminal PI1 está orientado hacia el entrante Ev en el que se coloca el cable Fi que rodea el perno Po.

15

La **Figura 7** es una sección del mecanizado del segundo sustrato en el lado que mira hacia el borne de contacto de la termopila y la unión del cable en la parte mecanizada.

En un primer momento, el cable Fi se fija al sustrato Ce2 por medio de un adhesivo conductor.

20

Las almohadillas adhesivas conductoras se indican como Col1 y Col2 en la Figura 7.

Debe observarse que las almohadillas de adhesivo conductor Col1 y Col2 no deben exceder la superficie no mecanizada del sustrato Ce3 a fin de garantizar que la unión de los dos sustratos se lleve a cabo en superficies planas.

25

La **Figura 8** es una sección del mecanizado del segundo sustrato en el lado que mira hacia el borne de contacto de la termopila y el establecimiento de la conexión eléctrica entre el cable unido en la parte mecanizada y el borne de contacto de la termopila.

30

El establecimiento de la conexión eléctrica entre el cable Fi y el borne de contacto PI1 se lleva a cabo aplicando un punto de adhesivo eléctricamente conductor Col3 en los puntos de adhesivo Col1 y Col2 en estado sólido y sobre el perno Po.

35

Al unir los sustratos Ce1 y Ce2, la conexión eléctrica entre el cable FI y el borne PI1 será proporcionada por el punto de adhesivo Col3.

El manejo y la colocación de los sustratos Ce1 y Ce2 no son perturbados por los cables, ya que están unidos al sustrato Ce2 por los puntos de Col1 y Col2.

40

La **Figura 9** es un ejemplo de un algoritmo para fabricar un dispositivo para medir un flujo térmico de acuerdo con la presente invención.

En la etapa E900, se moldea el primer sustrato Ce1 en una de sus caras, para obtener una cara que tiene cavidades separadas por cuñas de cerámica.

45

En la etapa E901, la cara opuesta a la cara mecanizada del sustrato Ce1 se pule si la granularidad del sustrato Ce1 no es compatible con la deposición de la termopila.

50

En la etapa E902, la termopila se deposita en la cara pulida, por ejemplo, mediante un procedimiento de pulverización catódica.

En la etapa E903, se moldea el segundo sustrato Ce2 en una de sus caras para obtener una cara que tiene cavidades separadas por cuñas de cerámica.

55

En la etapa E904, se coloca el conector para medir la fuerza electromotriz. Esta etapa se describirá con más detalle con referencia a la Figura 10.

60

En la etapa E904, los dos sustratos Ce1 y Ce2 se unen usando un adhesivo eléctricamente no conductor.

La cara mecanizada del segundo sustrato Ce2 está unida a la cara del primer sustrato sobre la que se ha depositado la termopila.

La **Figura 10** es un ejemplo de un algoritmo para la colocación de una conexión para un dispositivo de medición de un flujo térmico de acuerdo con la presente invención.

- 5 En la etapa E100, la cara mecanizada del segundo sustrato se mecaniza en cada lado que mira al borne de contacto para crear un rebaje Ev alrededor de un perno Po.

En la etapa E101, se coloca un cable alrededor de cada perno PI en el rebaje.

- 10 En la etapa E102, cada cable se une al segundo sustrato usando un adhesivo eléctricamente conductor.

En la etapa E103, se coloca una almohadilla adhesiva eléctricamente conductora sobre el perno Po y las almohadillas adhesivas eléctricamente conductoras depositadas en la etapa E102.

- 15 Debe entenderse que la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas aquí, sino que abarca, por el contrario, cualquier variante al alcance del experto en la técnica y particularmente la combinación de diferentes realizaciones de la presente invención.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de medición de un flujo térmico, que comprende una termopila formada por una pluralidad de termouniones (Tj1...9) de tipo distribuidas, **caracterizado por que** el dispositivo está constituido por un primer y un segundo sustratos de cerámica (Ce1, Ce2), una primera cara del primer sustrato (Ce1) se compone de cavidades que están separadas por cuñas de cerámica (Ca1...4), la termopila se coloca en una segunda cara plana del primer sustrato que se encuentra opuesta a la primera cara, las cuñas del primer sustrato están dispuestos debajo de una termounión (Tj2, 4, 6, 8) en dos de la termopila, una primera cara del segundo sustrato (Ce2) está compuesta de cavidades que están separadas por cuñas de cerámica (Ce5 ... 9), una segunda cara del segundo sustrato es plana, las cavidades y cuñas que componen la primera cara del segundo sustrato descansan sobre las termouniones de tal manera que las cuñas del segundo sustrato reposan sobre una termounión (Tj 1, 3, 5, 7, 9) debajo de la cual no se halla dispuesta una cuña del primer sustrato.
- 10
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la cerámica tiene una conductividad térmica de entre 0,5 y 15 W/mK.
- 20 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la cerámica tiene una conductividad térmica de 1,46 W / mK.
- 25 4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** las cavidades y las cuñas se obtienen mecanizando los sustratos.
- 30 5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** los sustratos primero y segundo están unidos entre sí por medio de las cuñas del segundo sustrato, de la cara del segundo sustrato que está compuesta de cavidades separadas por cuñas de cerámica, de la segunda cara del primer sustrato y de la termopila.
- 35 6. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la termopila está formada por una tira continua compuesta alternativamente de depósitos de un primer y un segundo metal o aleaciones de diferentes propiedades termoeléctricas, la banda continua es de forma serpenteante y está plegada para formar un cuadrilátero, y **por que** cada depósito de metal o aleación de un meandro se yuxtapone a un depósito de metal o aleación diferente de otro meandro.
- 40 7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** los metales o aleaciones tienen conductividades eléctricas diferentes, los depósitos de metal o aleación que tienen la mayor conductividad eléctrica se efectúan sobre los depósitos de metal o aleación con la conductividad eléctrica más baja, y **por que** los depósitos de metal o aleación con la mayor conductividad eléctrica y los depósitos de metal o aleación con la menor conductividad eléctrica sobre los cuales se efectúan los depósitos de metal o aleación con la mayor conductividad eléctrica tienen en sus extremos un ancho igual al ancho de los depósitos de metal o aleación con la menor conductividad eléctrica y sobre los cuales no se efectúa ningún depósito de metal o aleación que tenga la mayor conductividad eléctrica, y tienen en su parte intermedia un ancho que es menor que el ancho de los depósitos de metal o aleación con la menor conductividad eléctrica y sobre los cuales no se efectúa ningún depósito de metal o aleación que tenga la mayor conductividad eléctrica.
- 45
- 50 8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la termopila comprende un primer y un segundo borne de contacto, pudiendo cada terminal de contacto conectarse eléctricamente a un cable, y **por que** el segundo sustrato se mecaniza en cada lado que mira al borne de contacto para permitir el devanado del cable alrededor de un perno dispuesto en el centro de la pieza mecanizada.
- 55 9. Procedimiento para fabricar un dispositivo de medición de un flujo térmico, que comprende una termopila formada por una pluralidad de termouniones (Tj1...9) de tipo distribuidas, **caracterizado por que** el procedimiento comprende las etapas de:
- 60 - mecanizado de un primer sustrato de cerámica (Ce1) en una cara para obtener cavidades separadas por cuñas de cerámica (Ca1...4),

- deposición de la termopila en la segunda cara plana del primer sustrato, estando dispuestas las cuñas del primer sustrato bajo una termuni6n (Tj2, 4, 6, 8) en dos de la termopila,
- mecanizado de un segundo sustrato de cerámica (Ce2) en una cara para obtener cavidades separadas por cuñas de cerámica (Ce5...9),
- uni6n de la cara mecanizada del segundo sustrato a la cara del primer sustrato que comprende la termopila de modo que las cuñas del segundo sustrato descansan sobre una termouni6n (Tj1, 3, 5, 7, 9) debajo de la cual no se halle dispuesta una cuña del primer sustrato.

5 **10.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicaci6n 9, **caracterizado por que** el procedimiento comprende adem6s una etapa de pulido de la segunda cara plana del primer sustrato antes del dep6sito de la termopila.

10 **11.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicaci6n 9 o 10, **caracterizado por que** la termopila comprende un primer y un segundo bornes de contacto, pudiendo conectarse cada borne de contacto el6ctricamente a un cable, y **por que** el procedimiento comprende adem6s la etapa de mecanizado del segundo sustrato en cada lado que mira al borne de contacto para permitir el devanado del cable alrededor de un perno dispuesto en el centro de la pieza mecanizada.

15 **12.** Procedimiento seg6n la reivindicaci6n 11, **caracterizado por que** el procedimiento comprende adem6s las etapas de:

- devanado de cada cable alrededor del perno,
- uni6n de cada cable al segundo sustrato con un adhesivo conductor,
- establecimiento de una conexi6n el6ctrica entre cada cable unido y el borne de contacto con un adhesivo conductor.

20

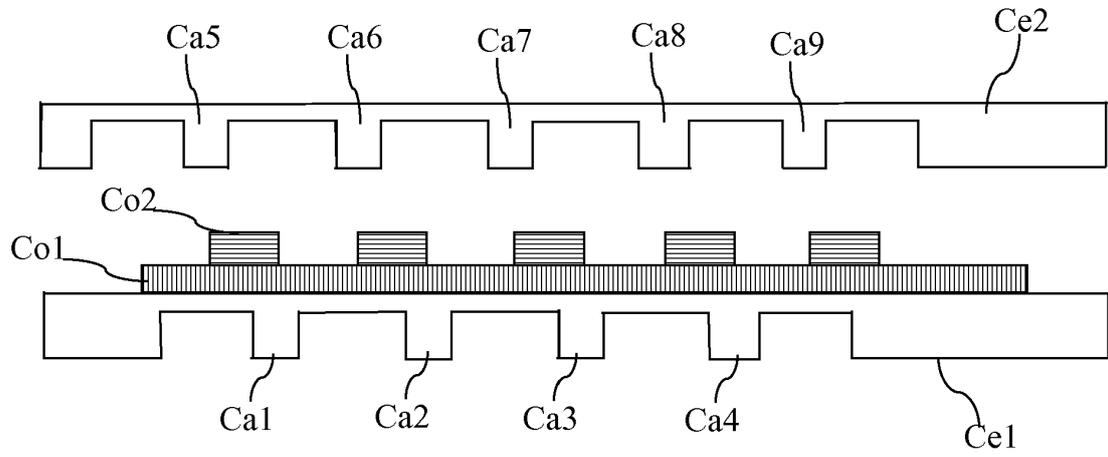


Fig. 1

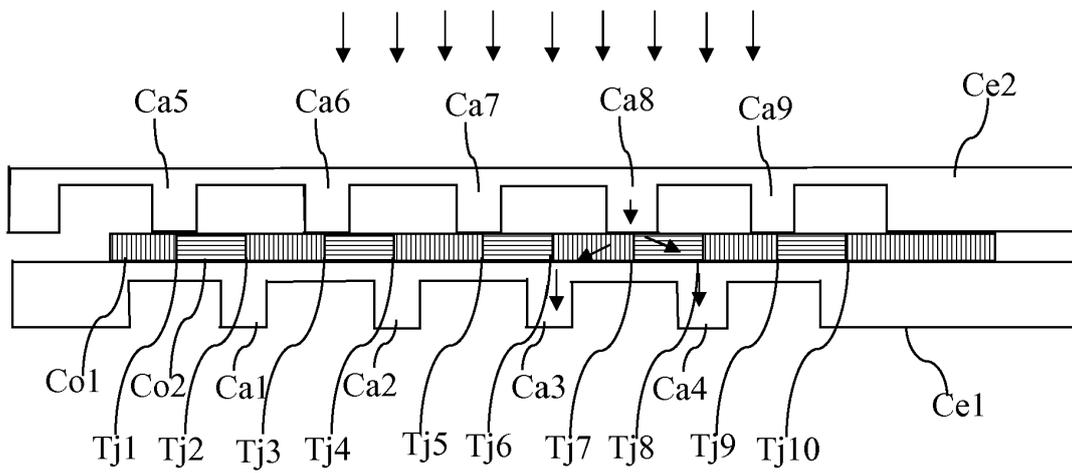


Fig. 2

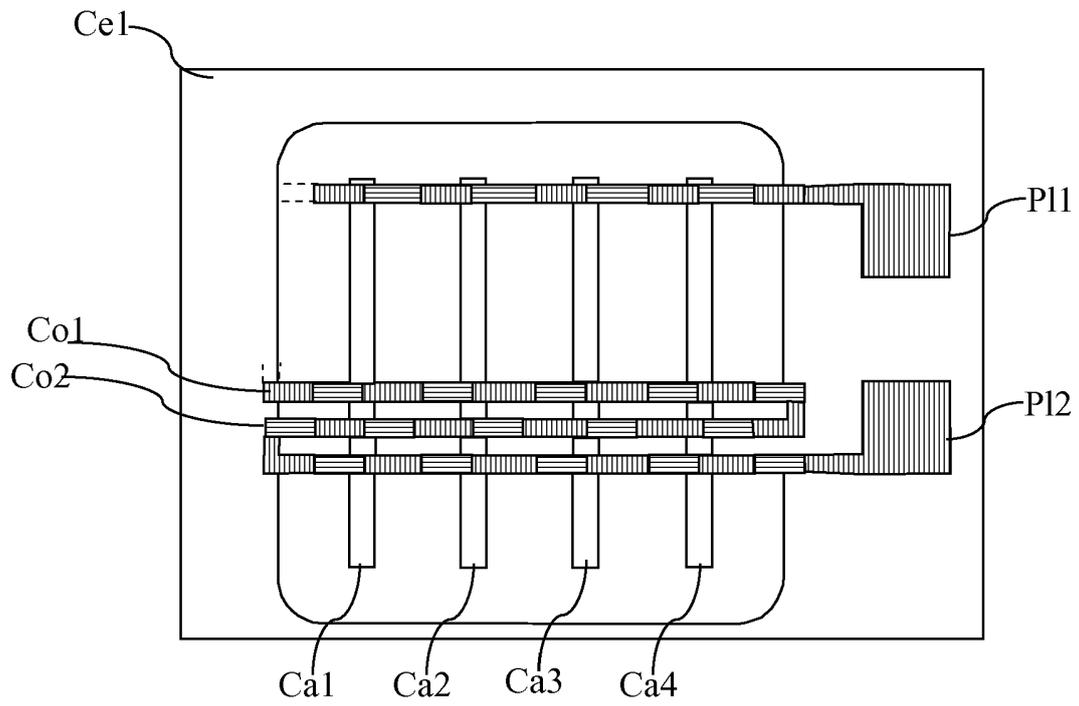


Fig. 3

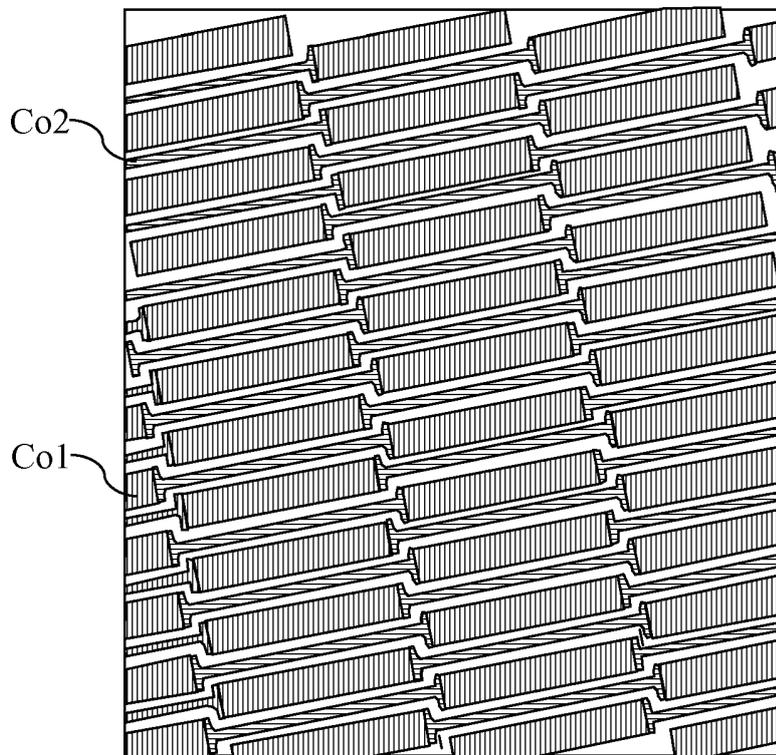


Fig. 4

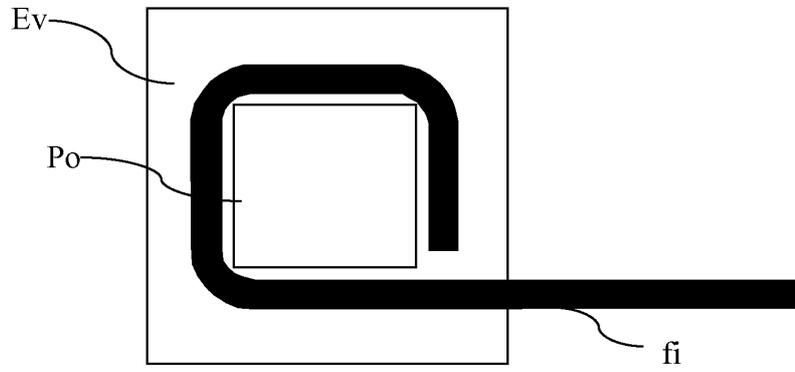


Fig. 5

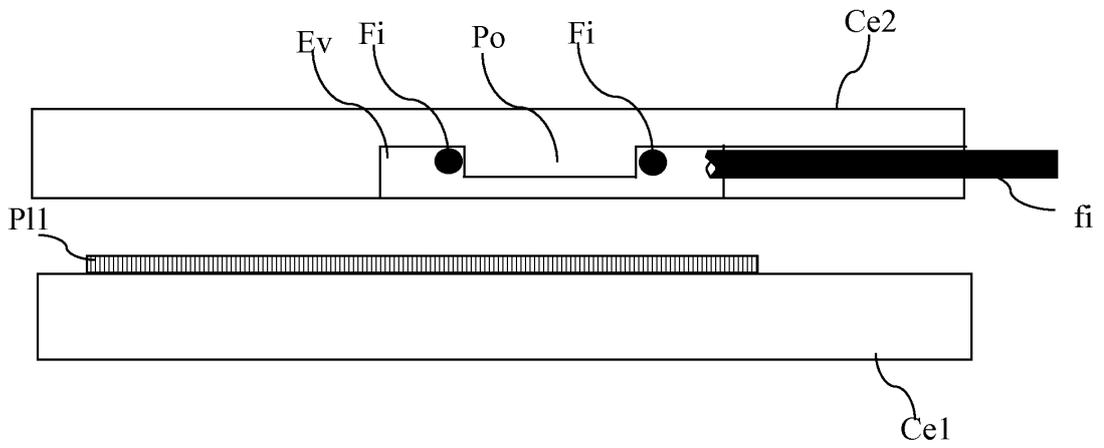


Fig. 6

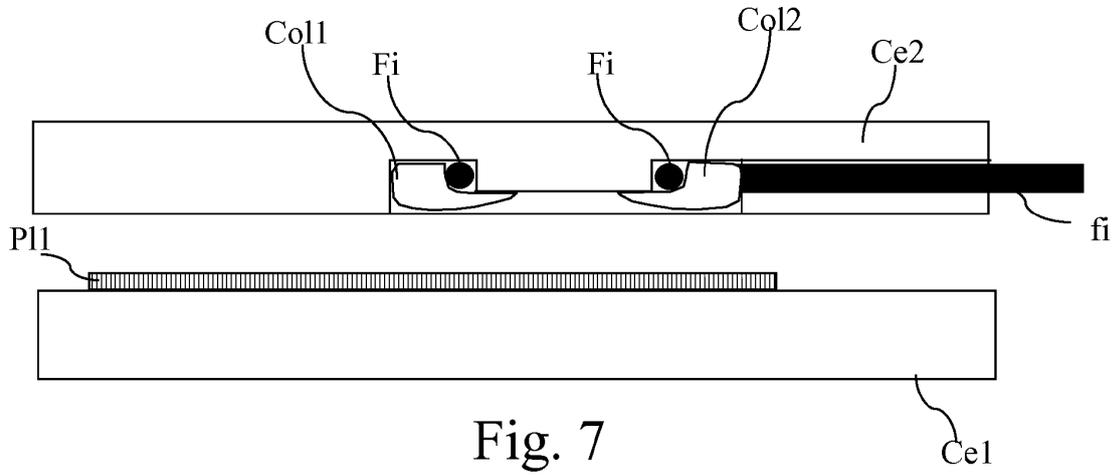


Fig. 7

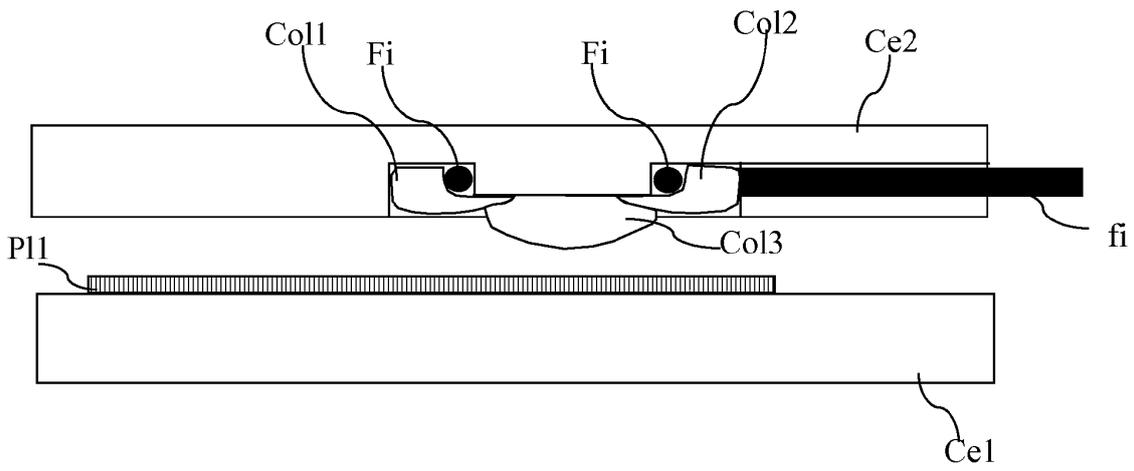


Fig. 8

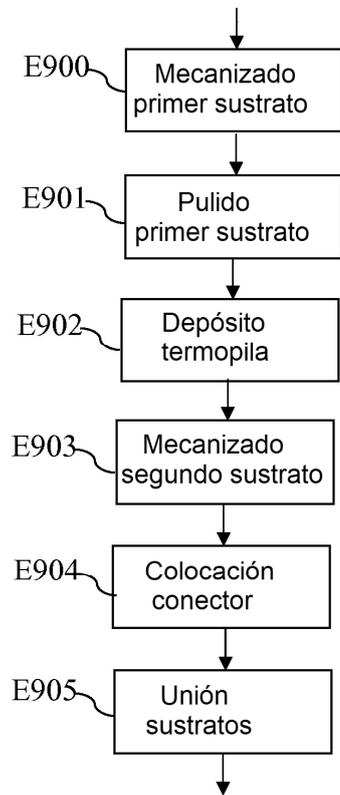


Fig. 9

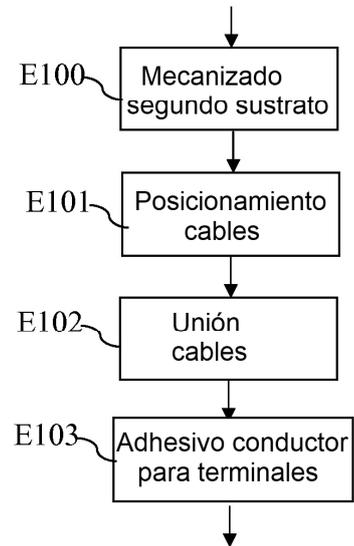


Fig. 10