

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
6 de octubre de 2011 (06.10.2011)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2011/121163 A1**

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:  
*H01L 35/32* (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2011/070215
- (22) Fecha de presentación internacional:  
29 de marzo de 2011 (29.03.2011)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:  
P201030486 30 de marzo de 2010 (30.03.2010) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)** [ES/ES]; Serrano, 117, E-28006 Madrid (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente):  
**TARANCÓN RUBIO, Albert** [ES/ES]; Instituto de Microelectrónica de Barcelona, Campus Universidad Autónoma, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES).  
**DÁVILA PINEDA, Diana** [MX/ES]; Instituto de

Microelectrónica de Barcelona, Campus Universidad Autónoma, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES).  
**SABATÉ VIZCARRA, Neus** [ES/ES]; Instituto de Microelectrónica de Barcelona, Campus Universidad Autónoma, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES).  
**SAN PAULO HERNANDO, Álvaro** [ES/ES]; Instituto de Microelectrónica de Barcelona, Campus Universidad Autónoma, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES).  
**FERNÁNDEZ REGÚLEZ, Marta** [ES/ES]; Instituto de Microelectrónica de Barcelona, Campus Universidad Autónoma, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES).  
**FONSECA CHACHARO, Luis** [ES/ES]; Instituto de Microelectrónica de Barcelona, Campus Universidad Autónoma, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES).

(74) Mandatario: **UNGRIA LÓPEZ, Javier**; Avenida Ramón y Cajal, 78, E-28043 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: THERMOELECTRIC GENERATION DEVICE, THERMOELECTRIC GENERATOR, AND METHOD FOR PRODUCING SAID THERMOELECTRIC GENERATION DEVICE

(54) Título : DISPOSITIVO DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA, GENERADOR TERMOELÉCTRICO Y MÉTODO DE FABRICACIÓN DE DICHO DISPOSITIVO DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA

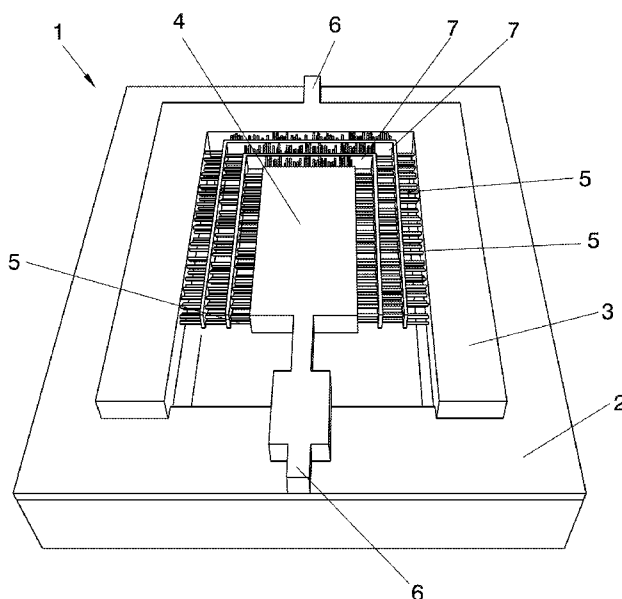


FIG. 4

(57) Abstract: The invention relates to a thermoelectric generator that can be monolithically integrated into silicon, where the thermal differences are generated by the different thermal inertia of a small mass of air-suspended silicon and a mass of silicon in contact with a heat source. Said thermal difference is converted into a thermoelectric voltage by means of a nanostructured material having low thermal conductivity that connects the two masses. The invention also relates to a method for producing said thermoelectric generator.

(57) Resumen: Se describe un generador termoelectrico integrable de manera monolitica en silicio donde las diferencias termicas se generan por la diferente inercia termica de una pequena masa de silicio suspendida en el aire y una masa de silicio en contacto con una fuente de calor. Dicha diferencia termica se convierte en una tension termoelectrica con ayuda de un material nanoestructurado de baja conductividad termica que conecta ambas masas. Asimismo se detalla el proceso de fabricacion de dicho generador termoelectrico.

WO 2011/121163 A1



LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

**Publicada:**

- con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))

**DISPOSITIVO DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA, GENERADOR  
TERMOELÉCTRICO Y MÉTODO DE FABRICACIÓN DE DICHO  
DISPOSITIVO DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA**

5

**DESCRIPCIÓN**

**OBJETO DE LA INVENCION**

10           La presente invención se refiere al campo de la microelectrónica y de los materiales, más concretamente al campo de la generación termoeléctrica mediante dispositivos integrables en silicio.

15           El objeto de la invención consiste en un dispositivo de pequeño tamaño e integrable en Si para la generación de energía eléctrica a partir de gradientes de temperatura, un generador que incluye varios de dichos dispositivos y el método de fabricación del dispositivo.

20           **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

          La dificultad en la miniaturización e integración mediante tecnología microelectrónica de generadores termoeléctricos radica principalmente en tres aspectos:

25

- Pobres propiedades termoeléctricas de los materiales tradicionalmente empleados en la industria microelectrónica (silicio y germanio, básicamente).

30

- Dificultad para generar gradientes de temperatura, a escala micrométrica, conectables entre sí mediante un material

termoeléctrico.

- Necesidad del uso de generadores termoeléctricos basados en dos materiales diferentes (tipo p y tipo n, conectados en paralelo térmicamente) debido a problemas de termalización y altas resistencias de contacto eléctrico.

Actualmente no existe en el mercado ningún generador termoeléctrico, compatible con tecnología de silicio, basado en nanoestructuras tales como membranas nanométricas o nanohilos o simplemente capa delgada. Sí existen microgeneradores termoeléctricos integrables en silicio pero ofrecen bajo rendimiento y generadores basados en otros materiales pero no integrables en silicio (basados en telururos, bismutos, etc).

15

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es un dispositivo, más concretamente un microdispositivo planar, de generación de electricidad a partir de gradientes térmicos, integrable en silicio y compatible con tecnología microelectrónica donde las diferencias térmicas se generen por el contraste térmico establecido entre una pequeña masa de silicio suspendida en el aire y un marco de silicio perimetral en contacto térmico con el sustrato subyacente masivo de silicio de baja inercia térmica en contacto a su vez con una fuente de calor. Asimismo se describe el procedimiento de fabricación dicho dispositivo.

25

La presente invención resuelve todos los problemas citados en el apartado anterior permitiendo la integración eficiente de generadores termoeléctricos en la industria microelectrónica. Las distintas soluciones a los diferentes problemas planteados se consigue respectivamente, mediante:

30

- 5
- Empleo de materiales típicos de la industria electrónica en escala nanométrica (nanohilos de silicio, capas delgadas de germanio o similar). La presente invención no se restringe a este tipo de materiales sino que se extiende a objetos de tamaño nanométrico de otros materiales (semiconductores, óxidos o cualquiera con buenas propiedades termoeléctricas en la nanoescala).
  
  - 10 - Empleo de estructuras (membranas, masas suspendidas o similares) aisladas térmicamente de un marco masivo que permiten generar gradientes térmicos. Estos gradientes térmicos se utilizan para generar electricidad al conectar la estructura térmicamente aislada y el marco masivo con un material termoeléctrico nanoestructurado. Esta configuración es planar lo que permite una mayor modularidad, 15 integrabilidad y conectividad en serie o paralelo.
  
  - 20 - Empleo de conexiones eléctricas entre diferentes microgeneradores (parte fría unida a parte caliente) mediante estructuras de baja conductividad térmica (vigas, puentes o similares) lo que evita termalización. Esta estrategia permite trabajar con un solo material termoeléctrico (tipo p o tipo n) simplificando el microgenerador. Además, el posible empleo del material con que se microfabrica la estructura como material termoeléctrico (ej. Silicio o germanio) permite 25 reducir las resistencias de contacto.

25

El dispositivo objeto de la invención presenta una gran variedad de aplicaciones industriales dado que es un dispositivo genérico de conversión de calor residual en energía eléctrica. Además, su carácter modular permite su conexión en serie y paralelo pudiéndose cubrir un amplio rango de 30 potencias.

En concreto, dada la integrabilidad del dispositivo o de un generador formado por una matriz de dichos dispositivos objeto de la invención en microsistemas (MEMS), el objeto de la invención se hace especialmente útil en el campo de la alimentación de microsistemas para aplicaciones en inteligencia ambiental, seguridad, salud o alimentación. Su carácter pasivo, le permite usar calor residual de otros procesos para convertirlos en energía eléctrica, siendo pues un dispositivo generador basado en el denominado “harvesting” energético.

El dispositivo objeto de la invención consiste esencialmente en un marco masivo rectangular en el interior de cual se encuentra suspendida una masa mediante una nanoestructura, que puede venir definida por una alta densidad de nanohilos, un mallado de nanohilos o una membrana nanométrica con o sin pistas nanométricas definidas en la membrana; todo ello definido sobre una capa de aislante eléctrico, que puede ser añadida o formar parte de la oblea sobre la cual se definen los elementos del dispositivo como en obleas SOI, con un hueco en su interior para evitar el contacto con la masa suspendida. Dichos elementos activos del dispositivo son compatibles con tecnología de silicio pero, a diferencia de los materiales empleados actualmente, presentan buenas propiedades termoeléctricas al utilizarse en forma de nanomateriales (nanohilos o capas delgadas) dando solución no sólo a los problemas anteriormente planteados sino que además confiere un buen rendimiento tanto de sistemas de generación termoeléctrica integrables y compatibles con tecnología de silicio como de sistemas termoeléctricos basados en un único material (en inglés “unileg thermoelectric generators”) debido al buen aislamiento térmico entre las partes fría y caliente del sistema. Además de tener capacidad de integración en tecnología de silicio, tal y como se ha descrito anteriormente, el dispositivo objeto de la invención permite su uso como sistema de “harvesting” (pasivo) integrable en silicio con buen rendimiento y como sistema de alimentación para microsistemas

De forma esquemática se puede resumir que los elementos fundamentales del dispositivo objeto de la invención patente son:

- 5           – Marco masivo de silicio u otro material susceptible de ser tratado mediante tecnología microelectrónica.
- Masa suspendida del mismo material, salvo por reducidos anclajes con la geometría necesaria para asegurar una alta resistencia al paso de calor.
- 10          – Unos conectores de material nanoestructurado de buenas propiedades termoeléctricas que conectan el marco y masa suspendida en la casi totalidad del perímetro.
- Contactos eléctricos mediante material conductor eléctrico con baja resistividad y baja resistencia de contacto respectivamente sobre marco y la masa (y anclajes).
- 15          – Capa de aislante eléctrico sobre el que se soporta el microgenerador. En especial soporta transitoriamente la masa suspendida durante la fabricación del microgenerador.

20           Dichos elementos que conforman el dispositivo objeto de la invención se pueden replicar para formar una matriz de varios dispositivos conectados entre sí para formar un generador termoeléctrico de mayores prestaciones; mediante el interconexión de varios dispositivos se consigue una mayor eficiencia en cuanto a voltaje e intensidad.

25           Los elementos que conforman el dispositivo pueden modificarse o complementarse de forma opcional para aumentar la eficiencia energética introduciendo:

- 30           – Un diseño inter-digitado del marco masivo de silicio y la masa suspendida del mismo material que permita aumentar la zona de contacto efectiva del material nanoestructurado. Es decir, el diseño inter-digitado aumenta la zona de contacto efectiva de

los conectores entre el marco masivo y la masa suspendida, por unidad de área del dispositivo.

- Elementos intermedios de anclaje (tiras y pilares), preferentemente de silicio, entre el marco masivo y la masa suspendida para el anclaje del material nanoestructurado. La implementación de dichos elementos de anclaje aumenta el espacio existente entre las masas, incrementando la diferencia útil de temperatura entre ambas. Es decir, aumenta la longitud efectiva de la zona activa del dispositivo y el gradiente térmico generado entre la masa suspendida y el marco masivo. Dichos elementos permiten además superar la posible limitación tecnológica de la longitud física del material nanoestructurado logrando así una mayor longitud efectiva del mismo.

Dichas modificaciones pueden combinarse en un mismo dispositivo, aunando las ventajas del aumento del área de contacto y la longitud efectiva de la zona activa del dispositivo.

La presente invención es de particular interés para la industria microelectrónica que posee las técnicas necesarias para la fabricación del microgenerador así como para una multitud de industrias aledañas que requieren dar autonomía a sistemas portátiles o microsistemas. Más allá, los microgeneradores de la presente invención pueden acoplarse a sistemas de refrigeración, sistemas con excedentes de calor o sistemas donde se den diferencias de temperatura de forma natural para cubrir necesidades de alimentación eléctrica.

De esta manera aplicaciones como algunas de las que se listan a continuación, y sus industrias fabricantes o usuarias, serían el objeto de este dispositivo microgenerador o de un generador formado por varios dispositivos microgeneradores:



- Industria del frío, dada la diferencia de temperatura entre el canal de refrigeración y el exterior
- Industria de la automoción, dado el exceso de calor generado naturalmente en diferentes partes de todo tipo de vehículo (motor, ruedas, etc)
- Industria aeronáutica, dada, por ejemplo, la diferencia de temperatura entre el interior y exterior de una cabina de avión
- Industria electrónica, dado el exceso de calor producido en circuitos impresos
- Industria de la iluminación, dado el exceso de calor producido en la mayoría de sistemas de iluminación tales como bombillas o LEDs.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra unas vistas en perspectiva, alzado y perfil, del dispositivo objeto de la invención.

- Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva de una matriz de varios dispositivos interconectados.

Figuras 3A y 3B.- Muestran el proceso de fabricación del dispositivo objeto de la invención sin y con elementos de anclaje, respectivamente.

- Figura 4.- Muestra unas vistas en perspectiva, alzado y perfil, del dispositivo

objeto de la invención con elementos intermedios de anclaje entre el marco masivo y la masa suspendida.

Figura 5.- Muestra unas vistas en perspectiva, alzado y perfil, del dispositivo objeto de la invención con un diseño inter-digitado del marco masivo de silicio y la masa suspendida del mismo material.

### REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

10

A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente del dispositivo (1) objeto de esta invención.

Este tipo de dispositivo (1) microgenerador termoeléctrico presenta una gran variedad de aplicaciones en diferentes sectores industriales. En general, allá donde se presenten excesos de calor residuales o derivados de otros procesos y se quiere mejorar la eficiencia energética del sistema

En un esquema básico del dispositivo (1) objeto de la presente invención, que se representa en la figura 1, se realiza un aprovechamiento de un gradiente térmico generado entre un marco masivo (3) y una masa suspendida (4) térmicamente aislada de aquel, ambos constituidos a partir de una misma oblea de Si o tipo silicio sobre aislante (SOI). Para ello se somete a dicho gradiente unos conectores (5) de material termoeléctrico nanoestructurado que se encuentran definidos entre la masa suspendida (4) y el marco masivo (3), y en su caso a los elementos opcionales de anclaje (7), para generar electricidad a partir de dicho gradiente térmico al que se encuentran sometidos los conectores (5).

Una conexión eléctrica de varios de estos dispositivos (1) mediante pistas de Si con capas de W o Pt sobre ellas que unen entre sí unos

contactos eléctricos (6) que se encuentran respectivamente ubicados conectados al marco masivo (3) y a la masa suspendida (4), permite aumentar el voltaje y/o intensidad del sistema tal y como se observa en la figura 2, dando lugar a un generador termoeléctrico.

5

La masa suspendida (4) en el interior del marco masivo (3), el propio marco masivo (3) y los elementos intermedios de anclaje (7) son de un material base compatible con la industria microelectrónica y en formato oblea preferiblemente; además se requiere una capa aislante (2) de material aislante eléctrico de pequeño grosor (puesto que habitualmente también es material aislante térmico) sobre el que fabricar tanto la masa (4) como el marco masivo (3) y los elementos de anclaje (7), tal como la capa de óxido en obleas de silicio tipo SOI (Silicon On Insulator). Para ello, y mediante procesos tales como micromecanizado por grabado húmedo o seco selectivo, se definen unos motivos necesarios para conseguir una estructura en un material base, preferentemente silicio, que responde a la masa suspendida (4), el marco masivo (3) y los elementos intermedios de anclaje (7).

El material termoeléctrico nanoestructurado de los contactos (5) sometido a gradiente térmico es de silicio nanoestructurado en formas tales como nanohilos, capa delgada o material nano- o meso-poroso. En general, se pueden utilizar materiales con buenas propiedades termoeléctricas en la nanoescala y preferentemente compatibles con las técnicas típicas de la industria microelectrónica: típicamente semiconductores y óxidos metálicos. La fabricación del material nanoestructurado así como su implementación varía según el material termoeléctrico concreto. Se trata de procesos tales como: el crecimiento VLS (Vapor-Líquido-Sólido) de nanohilos para el caso del silicio; el depósito PLD (Pulsed Laser Deposition) o CVD (Chemical Vapor Deposition) para capas de óxidos metálicos y semiconductores; la porosificación mediante HF para el caso de silicio poroso. También se

pueden utilizar otros procesos de micromecanizado tales como corte láser o electropulido siempre y cuando el material base sea metálico.

5 En otra realización del objeto de la invención se realiza una interconexión de varios dispositivos (1) microgeneradores que se conectan entre sí mediante unas conexiones definidas por los contactos eléctricos (6) definidos respectivamente el marco masivo (3) y la masa suspendida (4) que colectan la corriente eléctrica generada en el dispositivo (1) para dar lugar a un generador. Dichos contactos eléctricos (6) son de materiales con baja  
10 resistencia de contacto eléctrico y térmico en relación al material termoeléctrico y buena conductividad eléctrica, en este ejemplo de realización y ya que se ha utilizado silicio se utilizan preferentemente materiales como W ó Pt para dichos contactos eléctricos (6).

15 Con el fin de evitar la termalización del generador al conectar con pistas metálicas diferentes dispositivos (1) microgeneradores, la conexión de diversos dispositivos se realiza mediante unas estructuras de alta resistencia térmica tales como vigas o puentes (tal y como se observa en la figura 2). Este tipo de estructura se fabrica a la par que se define el marco masivo (3),  
20 la masa suspendida (4) y, en su caso, los elementos intermedios de anclaje (7), preferentemente, con el mismo tipo de tecnología microelectrónica (grabados húmedo/seco, fotolitografía, etc).

25

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) de generación termoeléctrica caracterizado porque comprende:
  - 5 – una capa aislante (2) con un hueco de lados y ángulos rectos definido en su interior,
  - un marco masivo (3) en forma de U obtenido a partir de una oblea,
  - una masa suspendida (4) obtenida a partir de la misma oblea que el marco masivo (3) y situada en el interior del marco masivo (3) sobre el hueco de la capa aislante (2), que se encuentra suspendida del marco masivo (3) mediante unos conectores (5) formados por una nanoestructura de material termoeléctrico que unen al menos parte del perímetro exterior de la masa suspendida (4) con al menos parte del perímetro interior del marco masivo (3),
  - 10 – unos contactos eléctricos (6) que se encuentran respectivamente conectados a la masa suspendida (4) y al marco masivo (3) destinados a distribuir la electricidad producida a consecuencia de un gradiente térmico entre los conectores (5).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque adicionalmente comprende unos elementos de anclaje (7) que aumentan la longitud efectiva de la zona activa del dispositivo y el gradiente térmico generado entre la masa suspendida (4) y el marco masivo (3).
3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque los conectores (5) son de material de baja resistencia eléctrica y baja conductividad térmica.
4. Dispositivo según reivindicación 1, caracterizado porque la oblea, el marco masivo (3) y la masa suspendida (4) son de un mismo material.
5. Dispositivo según reivindicación 4, caracterizado porque el material es seleccionado entre materiales susceptibles de ser tratados mediante tecnología microelectrónica.

6. Dispositivo según reivindicación 1, caracterizado porque los contactos eléctricos (6) son de un material conductor eléctrico de baja resistividad y baja resistencia de contacto con el material del marco masivo (3) y la masa suspendida (4).
- 5 7. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende un diseño inter-digitado que aumenta la zona de contacto efectiva de los conectores (5) entre el marco masivo (3) y la masa suspendida (4).
8. Generador termoeléctrico caracterizado porque comprende más de un dispositivo como el descrito en las reivindicaciones 1 a 7 conectados  
10 entre sí a través de los contactos eléctricos (6) para aumentar la intensidad y/o el voltaje.
9. Generador termoeléctrico según la reivindicación 8, caracterizado porque los dispositivos (1) se encuentran interconectados mediante unas conexiones realizadas en un material de recubrimiento seleccionado  
15 entre Pt y W.
10. Método de fabricación del dispositivo descrito en las reivindicaciones 1 a 7 caracterizado porque comprende las siguientes fases:
  - obtener la masa suspendida (4), el marco masivo (3) y los elementos de anclaje (7) a partir de la oblea mediante  
20 procesos microelectrónicos,
  - micromecanizar selectivamente la masa suspendida (4) y el marco masivo (3) para generar un gradiente térmico,
  - generar la nanoestructura que da lugar a los conectores (5) entre el marco masivo (3), la masa suspendida (4) y los  
25 elementos de anclaje (7), que quedan sometidos al gradiente térmico que la estructura generada en la fase anterior permite establecer, y
  - depositar los contactos eléctricos (6) al borde del marco masivo (3) y la masa suspendida (4) respectivamente para  
30 recolectar la corriente generada.
11. Método según la reivindicación 10, caracterizado porque adicionalmente

comprende añadir la capa aislante (2) en la parte superior de la oblea.

12. Método según la reivindicación 10 ó 11, caracterizado porque la capa aislante (2) se define durante la micromecanización del marco masivo (3), la masa suspendida (4) y los elementos de anclaje (7), siendo la oblea del tipo SOI donde un aislante ya se entierra durante la fabricación de dicha oblea.
13. Método según la reivindicación 10 ó 11, caracterizado porque la fase de obtención del marco masivo (3), la masa suspendida (4) y los elementos de anclaje (7), se realiza mediante procesos que se seleccionan de entre: fotolitografía, grabado seco o húmedo, grabado láser a diferentes niveles y electropulido.
14. Método según la reivindicación 10 ó 11, caracterizado porque la fase de generación de la nanoestructura se realiza mediante procesos seleccionados entre: sputtering, CVD, PLD y porosificación de silicio.

15

20 |

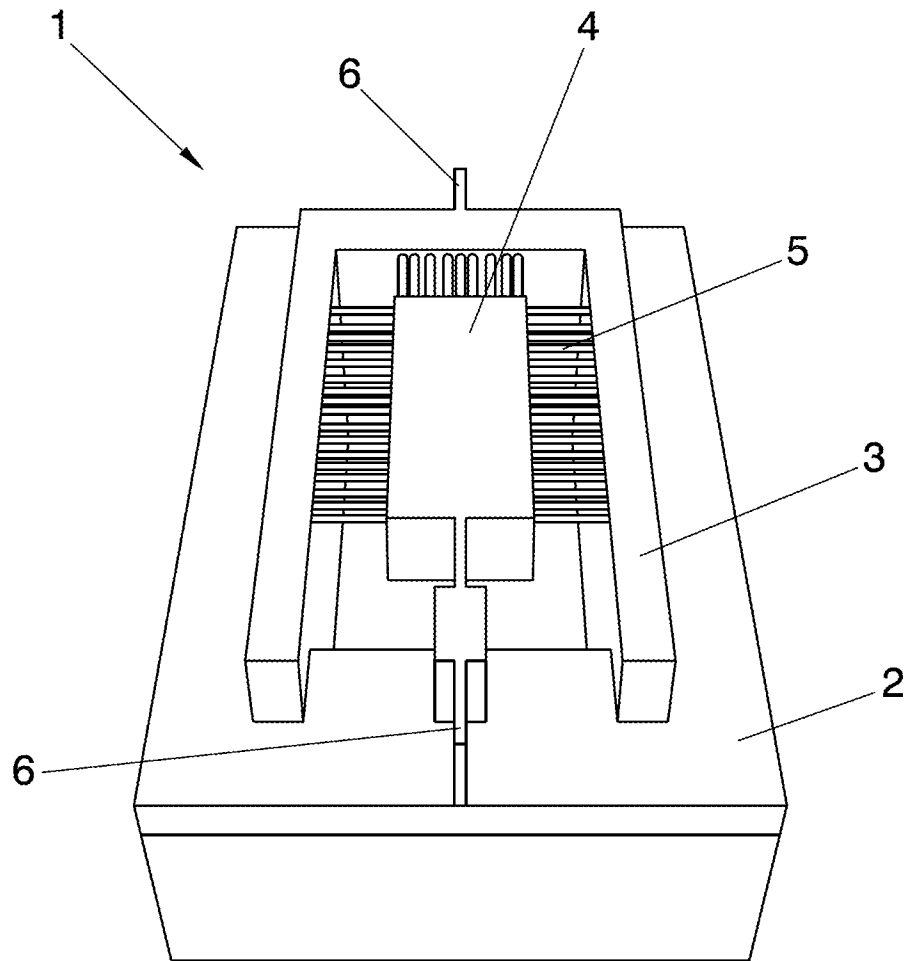


FIG. 1



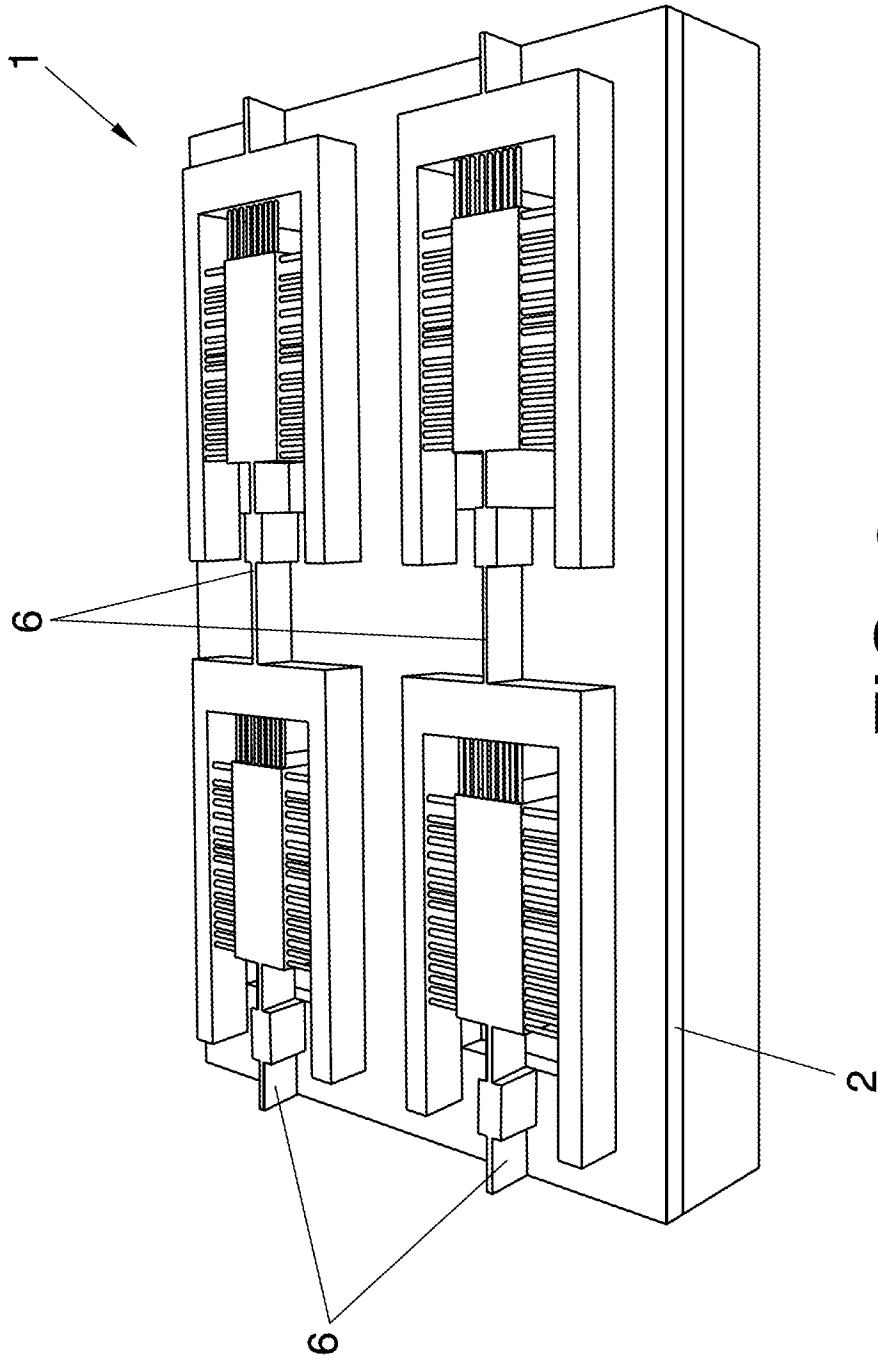


FIG. 2

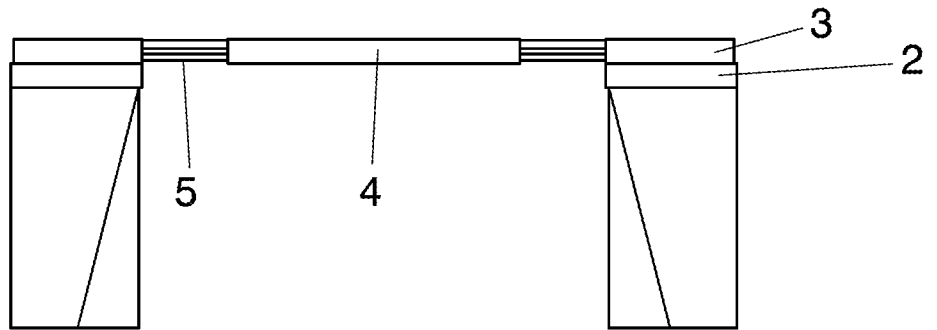


FIG. 3A

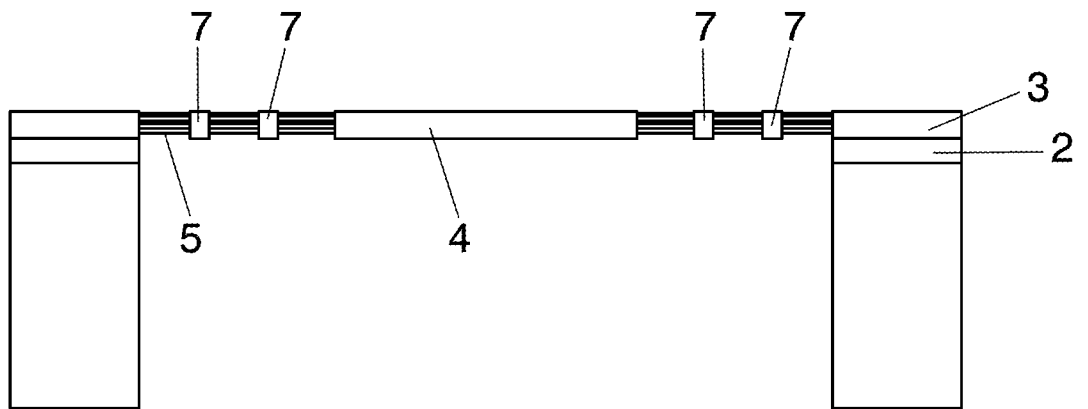


FIG. 3B

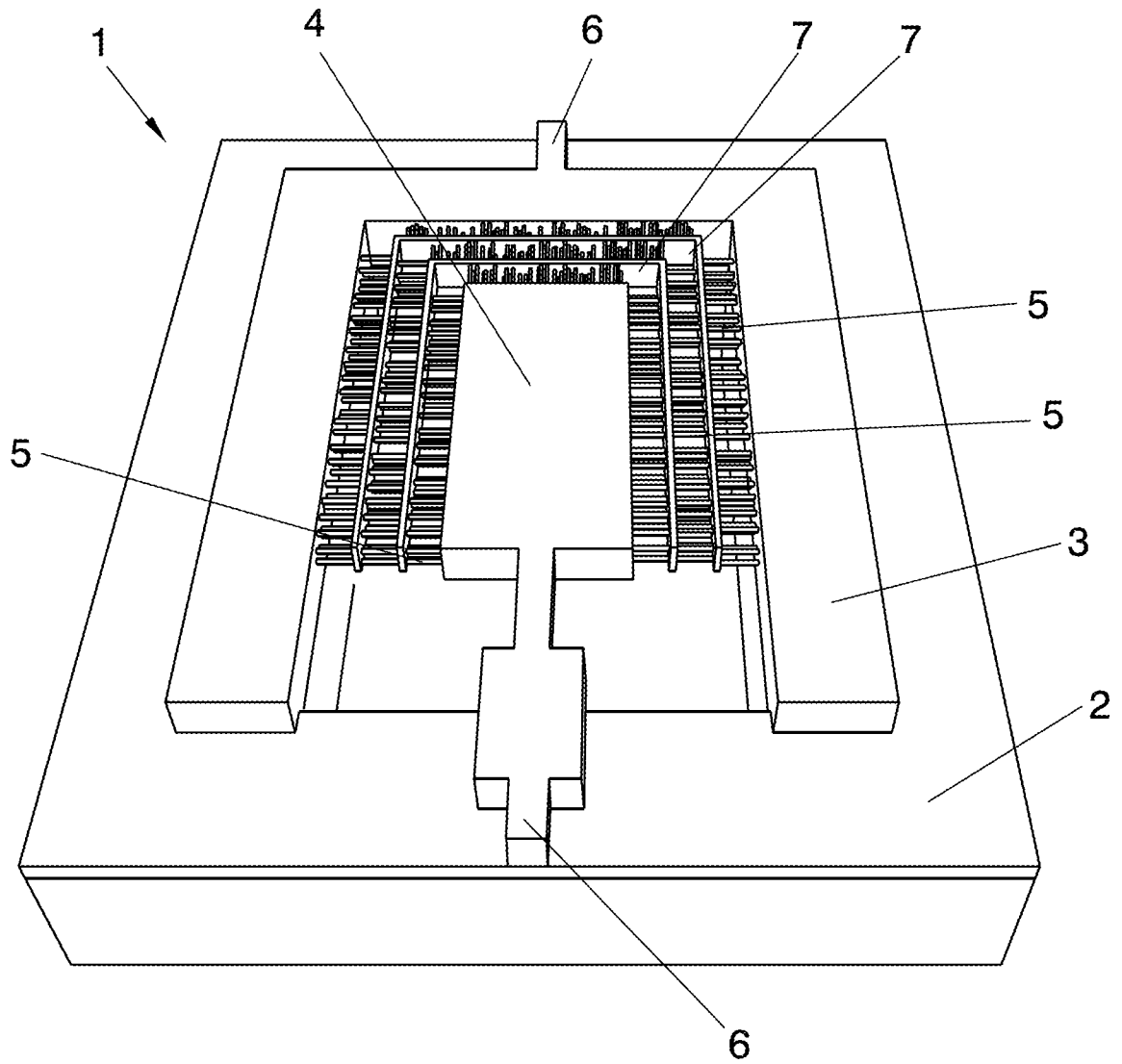


FIG. 4

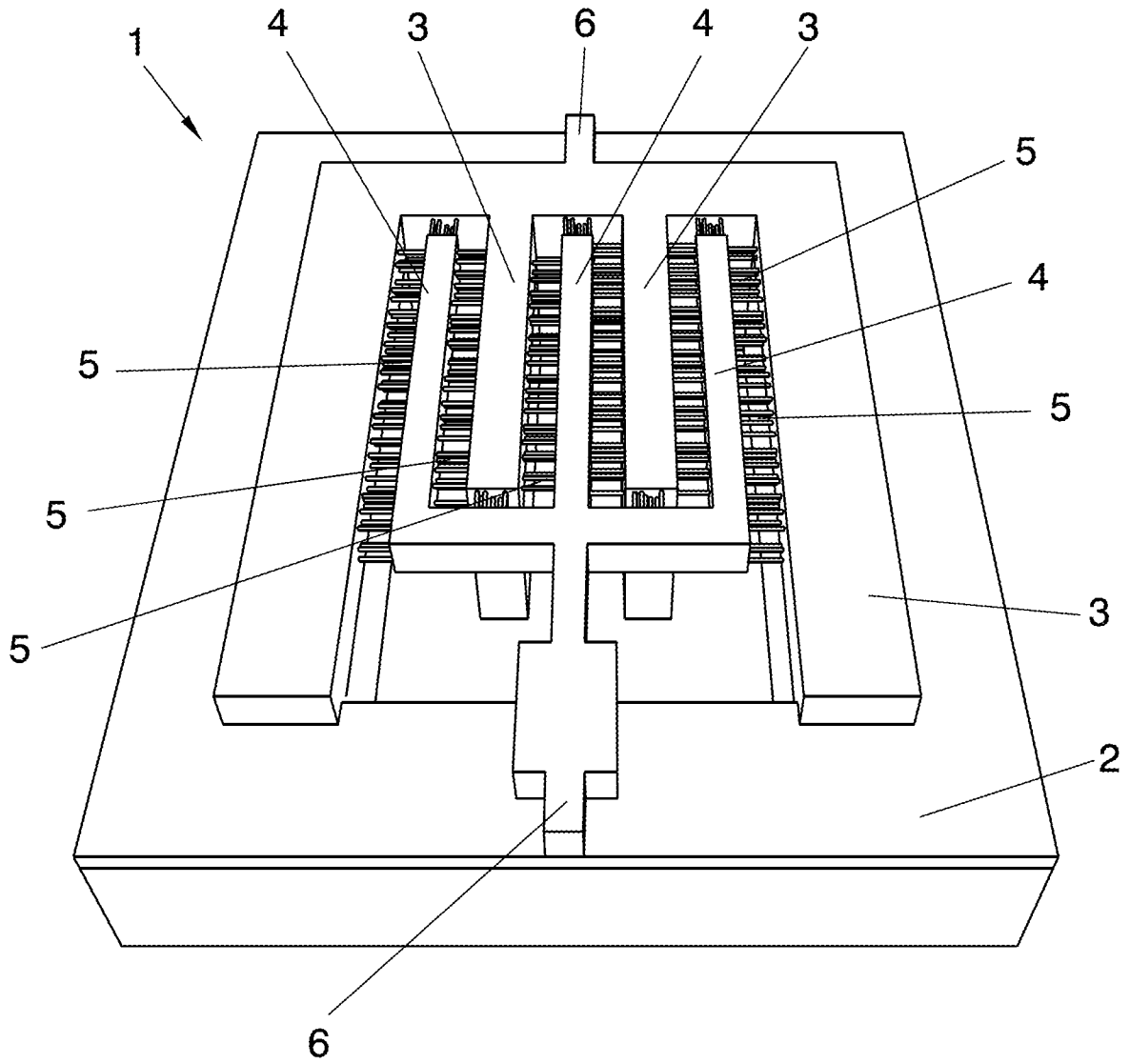


FIG. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/ES2011/070215

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**H01L35/32** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, WPI, XPI3E, XPESP

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009020148 A1 (BOUKAI AKRAM ET AL.) 22.01.2009, Paragraphs [0062]-[0063]; figures 1A, 1B, 2, 3A, 3B	1-6, 10, 11, 13, 14
A		7,8,9,12
A	EP 2063241 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 27.05.2009, Paragraphs [0012]-[0016]; figure 4	1-14
A	01.04.2005, WANG W; JIA F; HUANG Q; ZHANG J. A new type of low power thermoelectric micro-generator fabricated by nanowire array thermoelectric material. MICROELECTRONIC ENGINEERING, 20050401 ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL. 01.04.2005. doi:10.1016/j.mee.2004.11.005	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search  
20/06/2011

Date of mailing of the international search report  
**(22/08/2011)**

Name and mailing address of the ISA/

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS  
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)  
Facsimile No.: 91 349 53 04

Authorized officer  
L. García Aparicio

Telephone No. 91 3493057

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2011/070215

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US2009020148 A	22.01.2009	WO2009014985 A	29.01.2009
-----	-----	-----	-----
EP2063241 A	27.05.2009	FR2923601 AB	15.05.2009
		EP20080354079	28.10.2008
		JP2009122104 A	04.06.2009
		US2009140145 A	04.06.2009
-----	-----	-----	-----

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°  
PCT/ES2011/070215

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD  
**H01L35/32** (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)  
**H01L**

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

**EPODOC, INVENES, WPI, XPI3E, XPESP**

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones n°
X	US 2009020148 A1 (BOUKAI AKRAM ET AL.) 22.01.2009, Párrafos [0062]-[0063]; figuras 1A, 1B, 2, 3A, 3B	1-6, 10, 11, 13, 14
A		7,8,9,12
A	EP 2063241 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 27.05.2009, Párrafos [0012]-[0016]; figura 4	1-14
A	01.04.2005, WANG W; JIA F; HUANG Q; ZHANG J. A new type of low power thermoelectric micro-generator fabricated by nanowire array thermoelectric material. MICROELECTRONIC ENGINEERING, 20050401 ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL. 01.04.2005. doi:10.1016/j.mee.2004.11.005	1-14

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.		
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.  
**20/06/2011**

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.  
**22-AGOSTO-2011 (22/08/2011)**

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional  
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS  
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)  
N° de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado  
L. García Aparicio  
N° de teléfono 91 3493057

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/ES2011/070215

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US2009020148 A	22.01.2009	WO2009014985 A	29.01.2009
-----	-----	-----	-----
EP2063241 A	27.05.2009	FR2923601 AB	15.05.2009
		EP20080354079	28.10.2008
		JP2009122104 A	04.06.2009
		US2009140145 A	04.06.2009
-----	-----	-----	-----