

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 362 232**

(21) Número de solicitud: 201001621

(51) Int. Cl.:

G05D 23/19

(2006.01)

(12)

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

(22) Fecha de presentación: **27.12.2010**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **30.06.2011**

Fecha de la concesión: **20.01.2012**

(45) Fecha de anuncio de la concesión: **01.02.2012**

(45) Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.02.2012

(73) Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
PLAZA DE EL EJIDO S/N
29071, MALAGA, ES**

(72) Inventor/es:

**RÍOS GÓMEZ, FRANCISCO JAVIER;
ROMERO SÁNCHEZ, JORGE;
FERNÁNDEZ RAMOS, RAQUEL;
MARTÍN CANALES, JOSÉ FRANCISCO y
MARÍN MARTÍN, FRANCISCO JAVIER**

(74) Agente: **No consta**

(54) Título: **APARATO TERMORREGULADOR DE FLUJO SIMÉTRICO PARA DISPOSITIVOS
ELECTRÓNICOS CON GEOMETRÍA CILÍNDRICA.**

(57) Resumen:

Aparato termorregulador de flujo térmico simétrico para dispositivos electrónicos con geometría cilíndrica, comprendiendo:

- un dado metálico (18) que alberga al dispositivo electrónico (19);

- cuatro celdas peltier (16) que intercambian calor con el dado (18);

- un intercambiador térmico que intercambia calor con las celdas peltier (16), comprendiendo un bastidor (15) en contacto con las celdas peltier (16) y cuatro disipadores térmicos (5) adheridos a cada lado externo del bastidor (15);

- sensor de temperatura del dado (11);

- sensor de temperatura del intercambiador térmico (6);

- un controlador de las celdas peltier (31), para controlar la corriente que circula por las celdas peltier (16) y su sentido de circulación;

- medios de procesamiento de datos (30), que recibe las temperaturas del dado (18) y del intercambiador térmico y controla la corriente de las celdas peltier (16) y su sentido de circulación para mantener la temperatura del dado (18) regulada.

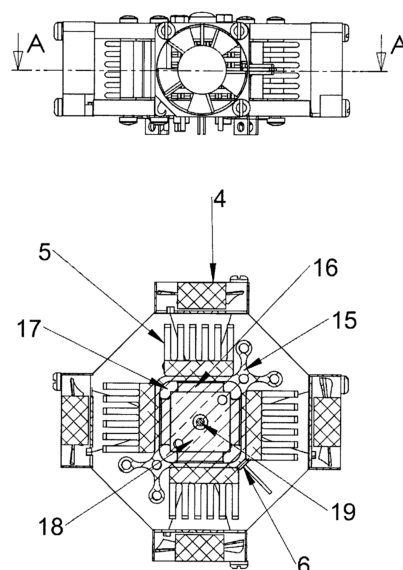


Fig. 3

DESCRIPCIÓN

Aparato termorregulador de flujo simétrico para dispositivos electrónicos con geometría cilíndrica.

5 **Campo de la invención**

La invención presentada, se enmarca en el campo de la industria mecánica y electrónica para aplicaciones de control y regulación térmica en componentes y dispositivos electrónicos.

10

Antecedentes de la invención

En términos generales, los dispositivos electrónicos poseen variadas formas geométricas. Los circuitos integrados tienen forma de paralelepípedo y contienen muchos dispositivos activos que producen calor siendo su distribución dependiente de la disposición de éstos. Los dispositivos discretos pueden tener forma cilíndrica o rectangular a nivel cristalino y son normalmente encapsulados en formas cilíndricas. Los dispositivos discretos de potencia contienen geles o líquidos termoconductores que bañan la estructura cristalina haciendo que el calor cedido se distribuya homogéneamente sobre la capsula cilíndrica que los contiene.

Por otro lado, los refrigeradores pasivos basados en aletas intercambiadoras de calor por convección con el aire pueden tener geometría cilíndrica (abrazando a la capsula igualmente cilíndrica), rectangular o circular con aletas con una forma plana en donde contacta con el circuito discreto o integrado de forma similar.

No existen bombas de calor de estado sólido que se adapten a una geometría (sus formas son rectangulares, circulares o anulares), obedeciendo siempre a la presentación de dos caras opuestas en el espacio para el foco frío y el foco caliente. Por ello, es necesario utilizar estos dispositivos conformando estructuras espaciales que permitan adaptar las características de los flujos generados.

La uniformización térmica espacial en geometrías radiales o axiales aplicadas a dispositivos con igual geometría permite minimizar en ellos las tensiones mecánicas que generan los gradientes térmicos, estabilizar sus características eléctricas y aumentar su durabilidad.

W. Koechner, en su libro “Solid State Láser Engineering” 2006 Springer, sugiere el uso de dispositivos termorreguladores con forma simétrica para la refrigeración de láseres de alta potencia basados en gas con el fin de uniformizar su comportamiento eléctrico y mecánico.

Unos de los problemas más comunes en ingeniería electrónica es encontrar soluciones al problema de la termorregulación de circuitos y componentes electrónicos que deben mantener unas condiciones térmicas específicas para su funcionamiento. Los dispositivos semiconductores, por su naturaleza, son fuertemente dependientes de la temperatura. Cuando se utilizan semiconductores en sensores y actuadores, debe diseñarse una estrategia de control térmico para garantizar que éstos se mantengan en las franjas de funcionamiento térmico adecuado.

Por otro lado, un cambio térmico conlleva, no solo una desviación de las características eléctricas del dispositivo, sino también un fenómeno de envejecimiento y de alteración mecánica. Un dispositivo semiconductor sometido a temperaturas extremas, sufre alteraciones en los niveles de inyección de portadores y su comportamiento no lineal induce a forzar los objetivos eléctricos en zonas térmicas inadecuadas. Si, además, los cambios térmicos no son isotrópicos en el semiconductor, se producen gradientes térmicos irregulares que provocan la aparición de tensiones y deformaciones en la estructura cristalina alterando igualmente la durabilidad y las características funcionales.

En general, un dispositivo electrónico trabajando en su punto de operación tiende a calentarse por encima de la temperatura ambiente generando un flujo de calor hacia el exterior. Este gradiente térmico alcanza una condición de equilibrio que mantiene al dispositivo en una temperatura estable que será adecuada o no. Cualquier cambio de las condiciones ambientales provoca un cambio en el gradiente tendiéndose hacia una nueva condición de equilibrio y a otra temperatura. El semiconductor propaga el calor por conducción al sustrato, terminales, capsula, medio intercambiador térmico (radiador térmico, si existe) y por convección simple o forzada, al aire que lo circunda. Para una temperatura del aire dada, se alcanzará un gradiente térmico estable no necesariamente uniforme y una temperatura del dispositivo también estable. El objeto de un regulador térmico es conseguir que la temperatura del dispositivo o su estado térmico se encuentren en la posición óptima maximizando su rendimiento y durabilidad sin que se produzcan deformaciones mecánicas.

El uso de dispositivos basados en fenómenos termoeléctricos, nos permite ir más allá que la simple búsqueda del intercambio térmico. Estos dispositivos nos permiten generar flujos de calor entre dos zonas, fría y caliente, por la aplicación de una corriente eléctrica.

En esta invención se presenta un aparato regulador térmico que hace uso de celdas peltier en una configuración geométrica que genera un flujo de calor controlado simétricamente a lo largo de un eje. Un dispositivo con forma cilíndrica situado en este eje sufre un intercambio de calor homogéneo generándose flujo con simetría axial. Así el gradiente térmico asociado es uniforme en todos los planos perpendiculares al eje del cilindro. Esta invención está

especialmente diseñada para el tratamiento térmico de dispositivos electrónicos con forma cilíndrica. Es decir, los elementos activos del semiconductor deben tener forma cilíndrica como por ejemplo en dispositivos optoelectrónicos tales como los diodos láser VCSEL ó fotodiodos de avalancha.

Una celda peltier es un dispositivo termoeléctrico que funciona como una pequeña bomba de calor. La celda peltier tiene dos caras. Una corriente continua aplicada a una celda peltier origina un flujo de calor que enfría una de las caras y calienta la otra. Cuando una celda peltier se conecta a una fuente de tensión adecuada, se genera un flujo de calor que va disminuyendo hasta que se alcanza una diferencia de temperatura máxima. Si se aporta calor en la cara fría, éste absorberá una cantidad de calor que será máxima cuando de nuevo se alcance la igualdad de temperatura entre las dos caras. Al igual que los refrigeradores mecánicos, una celda peltier se rige según los mismos fundamentos y principios de la termodinámica. La cara caliente de una celda peltier usa normalmente un intercambiador o disipador térmico que, mediante convección, intercambia el calor con el aire circundante. Para incrementar el intercambio térmico, se suele utilizar ventilación forzada con ventiladores que impulsan el aire sobre el disipador térmico.

Analíticamente, si T_c es la temperatura de la cara fría y T_h la temperatura de la cara caliente (temperatura expresada en °K), el flujo de calor absorbido o velocidad de transferencia de calor Q_c por la cara fría en vatios viene dado por:

$$Q_c = (S \cdot T_c \cdot I) - \left(\frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot R \right) - K \cdot \Delta T \quad (1)$$

donde S es el coeficiente Seebeck evaluado en las caras caliente y fría, I la corriente eléctrica que circula por la celda (en amperios), R la resistencia térmica de la celda (en ohmios), K la conductancia térmica de la celda (en vatios/°K), evaluada en las caras caliente y fría y $\Delta T = T_h - T_c$ la diferencia de temperatura entre las dos caras.

Por otro lado, el flujo calor cedido Q_h por la cara caliente, en vatios, viene dado por:

$$Q_h = Q_c + P_c \quad (2)$$

siendo P_c la potencia consumida por la celda en vatios.

La diferencia de temperaturas ΔT entre la cara fría y la cara caliente de la celda peltier es una variable esencial para la determinación del calor transferido. Cuanto mayor sea esta diferencia mayor calor se podrá extraer. Cuando esta diferencia es cero, no se transfiere calor y las temperaturas de la cara fría y caliente se igualan. Si en un proceso de regulación se fija una temperatura objetivo fuera de la franja establecida por ΔT , no se podrá realizar la regulación.

La regulación es un campo de la ingeniería que estudia el control de un proceso en un estado concreto. Un regulador térmico es un sistema que permite mantener la temperatura constante en un elemento objetivo dentro de unos márgenes conocidos. Los sistemas regulados más estables son los que se configuran en lazo cerrado. La variable de salida objetivo se compara con un valor de referencia definiéndose un parámetro de error como la diferencia entre estos dos valores. En función de ésta variable de error, el regulador cambia la salida objetivo hasta que el error se encuentre en un valor determinado. En esta invención, las estrategias o algoritmos de regulación se llevan a cabo mediante un microcontrolador que forma parte del lazo cerrado de control. El microcontrolador lee las variables de entrada a partir de sensores de temperatura y actúa sobre las de salida (celdas peltier y ventiladores), tras ejecutar el algoritmo de regulación.

Descripción de la invención

En esta invención se presenta un aparato termorregulador con flujo térmico simétrico basado en celdas peltier para dispositivos electrónicos con geometría cilíndrica.

El objeto de esta invención es mantener en un valor constante la temperatura de un dispositivo electrónico con geometría cilíndrica en todo el espacio que lo rodea de manera que la absorción o cesión de calor en ese espacio se realice de forma homogénea consiguiéndose así la estabilidad de sus características eléctricas, la no deformación mecánica y el aumento de su durabilidad.

El aparato consta de un dado metálico conductor del calor que alberga en su eje central a la capsula cilíndrica del dispositivo electrónico a controlar térmicamente. Dicho dado se encuentra en una cavidad adiabática conectado a cuatro celdas peltier en cuatro de sus lados. El intercambio térmico del dado se realiza fundamentalmente a través de las caras de las cuatro celdas peltier que absorben o ceden calor al dado. La otra cara de cada una de las celdas peltier está conectada a un disipador térmico que intercambia el calor con el aire circundante forzado por ventiladores.

La geometría que conforma el conjunto permite garantizar, tal como se muestra por simulación, que el flujo de calor generado en el dado posee forma radial y con simetría axisimétrica en torno al eje que contiene la capsula cilíndrica del dispositivo electrónico.

El flujo de aire que inyectan los ventiladores se acciona por un microcontrolador a través de un driver de control de sus motores.

Las celdas peltier ceden o absorben calor del dado mediante el control de la corriente que circula por ellas. Dicho control es llevado a cabo por un microcontrolador y un driver con un circuito electrónico que permite intercambiar el sentido de la corriente en las celdas. Así, las caras frías y calientes de las celdas pueden intercambiarse al cambiar el sentido de la corriente.

El dado posee un sensor de temperatura que mide su temperatura media y cuyo valor es leído por el microcontrolador. La temperatura de este sensor es igual, en primera aproximación, a la temperatura de la cara de la celda peltier que se encuentra en contacto con el dado.

El intercambiador térmico posee un sensor de temperatura que mide su temperatura media y cuyo valor es leído por el microcontrolador. La temperatura de este sensor es igual, en primera aproximación, a la temperatura de la cara de la celda peltier que se encuentra en contacto con el disipador.

El mantenimiento de una temperatura objetivo en el dado es llevado a cabo por el conjunto en lazo cerrado: sensores de temperatura, microcontrolador, actuación sobre la corriente y su sentido en las celdas peltier y actuación en el volumen de aire inyectado hacia el disipador térmico por los ventiladores.

El algoritmo básico de termorregulación sobre el dado, sin restar generalidad, es el siguiente:

1. Fijar la temperatura objetivo del dado.
2. Fijar el valor de la variable de error.
3. Leer la temperatura del dado.
4. Leer la temperatura del disipador térmico.
5. Calcular la franja térmica de actuación de la celda peltier ΔT .
 - 5.1. Si la temperatura objetivo está dentro de la franja térmica, continuar.
 - 5.2. Si no es alcanzable la temperatura objetivo y no están activados los ventiladores, activar los ventiladores. Ir a 3.
 - 5.3. Si aun activados los ventiladores no se consigue la temperatura objetivo, cambiar la temperatura objetivo del dado a un valor que esté dentro de la franja de actuación salvo un límite inferior o superior en la franja (es una medida de seguridad para no alcanzar los límites máximos y mínimos de la franja garantizando las posibles dispersiones no lineales que puedan suceder). Ir a 3.
 - 5.4. Si la temperatura del dado supera los márgenes superiores e inferiores de un umbral de seguridad, desconectar el dispositivo a termorregular. Salir.
6. Comparar la temperatura del dado con la temperatura objetivo.
7. Actuar sobre las celdas peltier calentando o enfriando el dado hasta que la diferencia térmica alcance la variable de error.
8. Volver al paso 2.

Los periodos temporales de lectura y actuación deben verificar los criterios de estabilidad propios de la teoría de control conocida la constante de tiempo del sistema.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

Las Figuras 1A y 1B muestran dos vistas del aparato termorregulador objeto de la presente invención.

Las Figuras 2A y 2B representan dos vistas del aparato termorregulador montado sobre un transmisor láser.

La Figura 3 representa una sección transversal media del aparato termorregulador permitiendo ver las partes interiores tales como el dado, las celdas peltier y el intercambiador de calor.

La Figura 4 muestra una vista explosionada del aparato termorregulador con todos sus componentes.

Las Figuras 5A y 5B muestran dos tipos de dados para dos tipos de cápsulas estándar TO5 y TO46 asociadas en esta realización a un láser VCSEL y a un fotodiodo de avalancha respectivamente.

Las Figuras 6A y 6B muestran, para los dados de las Figuras 5A y 5B respectivamente, el resultado de la simulación del trazado de los correspondientes gradientes térmicos mostrándose su carácter simétrico en torno al eje del dado.

La Figura 7 muestra el diagrama esquemático del driver y la unidad de control del sentido de la corriente en las celdas peltier.

La Figura 8 muestra, finalmente, el diagrama de bloques funcionales que conforma el lazo de control del aparato termorregulador objeto de esta invención.

Descripción detallada de la invención

En esta invención se presenta un aparato termorregulador con flujo térmico simétrico basado en celdas peltier para dispositivos electrónicos con geometría cilíndrica. El aparato termorregulador de flujo simétrico 1, mostrado en diferentes vistas en las Figuras 1A y 1B, está constituido por un soporte anterior 2 y otro posterior 3 de policarbonato de baja conductividad térmica que contienen a una cavidad adiabática soportada por un bastidor, cuatro disipadores térmicos 5 y cuatro ventiladores 4. En la realización presentada, el aparato termorregulador 1 y sin restar generalidad, controla térmicamente a un diodo láser que se focaliza a través de un sistema óptico constituido por un tubo de enfoque 7 y una lente esférica 8, todo el conjunto montado mediante medios de fijación 12 (en la realización preferente, encastrados) a un transmisor 14, tal como muestran la Figuras 2A y 2B, con circuitos electrónicos para acceder a los terminales 13 de celdas peltier y de sensores de temperatura 6.

Las Figuras 3 y 4 representan respectivamente, una sección transversal y una vista explosionada del aparato termorregulador en las que se muestran todos los componentes que posee y su disposición. El bastidor 15 realizado en aluminio separa dos espacios, uno exterior y uno interior, el interior conteniendo al dado metálico 18 realizado en latón, cuatro celdas peltier 16 y los aislantes térmicos que comprenden aislantes laterales 17 entre celdas peltier, tapa posterior 20, cierre posterior 21, tapa anterior 22 y cierre anterior 23, que conforman una cavidad adiabática sobre el dado 18 en la que el intercambio térmico se realiza principalmente a través de las caras de las celdas peltier 16. En el eje del dado 18 se encuentra el dispositivo electrónico con simetría cilíndrica 19 (un diodo láser en la realización presentada), cuyos terminales son accesibles desde el exterior por el zócalo 9 siendo el haz láser transmitido por el lado opuesto a través del tubo de enfoque 7 y lente esférica con soporte 8. El espacio exterior que delimita el bastidor 15 junto con los disipadores térmicos 5 de aluminio constituye el intercambiador térmico mediante el aire forzado proporcionado por los ventiladores 4. Los tornillos de sujeción de la cavidad adiabática 26 son de plástico aislante (nylon), mientras que el resto 27, (28) y 29 (y 28) son de acero. El bastidor 15 se adosa a los soportes anterior 2 y posterior 3 con los tornillos 27 y arandelas 25. Los ventiladores 4 se atornillan a los soportes anterior 2 y posterior 3 con los tornillos 28. Los sensores de temperatura 11 y 6 se pegan, respectivamente, al dado 18 (con lo que el sensor de temperatura 11 constituye el sensor de temperatura del dado) y al bastidor 15 (con lo que el sensor de temperatura 6 constituye el sensor de temperatura del intercambiador térmico). Para maximizar el contacto térmico se han utilizado pegamentos y pastas térmicas de alta conductividad. Así, las celdas peltier 16 van pegadas al bastidor 15 en sus caras interiores (las del bastidor). El dado 18 presenta un contacto solidario con las caras de las celdas peltier 16 mediante pasta térmica (el dado contacta con pasta térmica y no va pegado con pegamento térmico). El dado se puede extraer del bastidor quitando los tornillos. El bastidor 15 está pegado con pegamento térmico con una cara de las celdas peltier 16. El tubo de enfoque 7 va pegado al dado 18 con un pegamento aislante térmico con el fin de evitar el intercambio térmico con el sistema óptico.

Las Figuras 5A y 5B muestran dos tipos de dados para dos tipos de cápsulas estándar TO5 y TO46 asociadas en esta realización a un láser VCSEL y a un fotodiodo de avalancha respectivamente. Las Figuras 6A y 6B muestran, respectivamente, el gradiente térmico en el dado para capsula cavidad TO5 y el gradiente térmico en el dado para capsula cavidad TO46, resultado de una simulación, mostrándose su carácter simétrico en torno al eje del dado. En efecto, el gradiente térmico generado por la superficie cilíndrica proveniente de un dado con cuatro de sus caras contiguas a temperatura constante, posee geometría radial. Los efectos difusivos del calor dentro del dado considerándolo suficientemente grande (19 mm de lado en la realización presentada), hacen posible que un gradiente térmico inicialmente perpendicular a las caras del dado, terminen conformando una distribución radial en un cilindro situado en su eje central.

La Figura 7 muestra el esquemático del driver o controlador de las celdas peltier 31 con capacidad de control del sentido de la corriente eléctrica que circula por ella. La celda peltier 16, se conecta por cada uno de sus extremos a la salida de dos inversores CMOS construidos con transistores MOSFET (M1-M3, M2-M4) de potencia (>10 A). La corriente que circula por sus fuentes confluye en un nodo común al que se conecta el transistor NMOS de potencia M5 pudiendo ser controlada la celda peltier 16 en modo On-Off a través de la base del transistor bipolar Q3 conectada

a medios de procesamiento de datos (preferentemente un microcontrolador 30) a través de una salida C, con lo que si la salida C=0 (0 lógico) la celda peltier 16 está en funcionamiento y si la salida C=1 (1 lógico) la celda peltier 16 está apagada. Las bases de los transistores bipolares Q1 y Q2, también conectadas al microcontrolador 30 a través de las salidas A y B, activan complementariamente las correspondientes puertas de sus inversores CMOS asociados. Dado que las entradas de los inversores CMOS son complementarias, cuando uno de ellos está activado el otro está desactivado y viceversa. Un análisis de corrientes de esta topología, considerando el transistor M5 en conducción, demuestra que cuando el par M1-M3 está activado (M2-M4 desactivado), los transistores M1 y M4 entran en conducción. Así la corriente circula de izquierda a derecha según el sentido M1->16->M4, lo cual ocurre si la salida A=0 (0 lógico) y la salida B=1 (1 lógico). Contrariamente, cuando el par M1-M3 está desactivado (M2-M4 activado), los transistores M2 y M3 entran en conducción generándose una corriente de derecha a izquierda según el sentido M2->16->M3, lo cual ocurre si la salida A=1 (1 lógico) y la salida B=0 (0 lógico). Por tanto, este circuito permite intercambiar el sentido de la corriente que circula por una celda peltier haciendo que sus caras fría y caliente intercambien su papel en función de este sentido. Esta habilidad del termorregulador presentado hace posible alcanzar el objetivo de temperatura deseada en tiempos más cortos que con los métodos de control de termostato convencional, ya que gracias a este intercambio, se inyecta y extrae calor del dado forzadamente contribuyendo al incremento de la velocidad natural de difusión del calor en el material.

La Figura 8 muestra el diagrama de bloques funcionales en lazo cerrado para el control térmico del termorregulador objeto de esta invención. Los sensores de temperatura 11 (sensor de temperatura del dado) y 6 (sensor de temperatura del disipador/bastidor) proporcionan al microcontrolador 30 las temperaturas de cada una de las caras de la celda peltier (interior y exterior, respectivamente) permitiendo calcular la variable $\Delta T = T_h - T_c$. Por otro lado, el microcontrolador 30 puede actuar generando pulsos tipo PWM en el controlador de las celdas peltier 31, con control del sentido de la corriente en las celdas peltier, creando la corriente media que provoca el trasvase de calor de una cara a la otra de éstas. El controlador 31 cierra un primer lazo de control. Un segundo lazo se crea en la actuación del microcontrolador 30 sobre los ventiladores 4, que actúan intercambiando aire forzado con las aletas del disipador térmico 5. De acuerdo con las características del la celda utilizada en la realización presentada, la diferencia térmica máxima con transferencia de calor nulo es de $\Delta T = 66^\circ\text{C}$. Igualmente, el flujo de calor máximo transferido, a diferencia de temperatura nula, es de 28 vatios. Los ventiladores generan un flujo de aire máximo de $0.63 \text{ m}^3/\text{min}$. La resistencia térmica del disipador térmico es de $7^\circ\text{C}/\text{W}$ bajando a un mínimo de $2^\circ\text{C}/\text{W}$ aproximadamente con flujo máximo de aire forzado. Considerando el algoritmo antes descrito, las medidas experimentales muestran que en ambientes con diferencias térmicas no inferiores a 22°C aproximadamente, puede encontrarse una temperatura del dado que se mantenga constante con independencia de los cambios térmicos que puedan producirse. Estos resultados son válidos para su aplicación en climas mediterráneos y centroeuropeos considerando que los cambios térmicos que se producen entre el día y la noche, por término medio, no superan los 20°C .

Las celdas peltier se conectan en serie y actúan todas a la vez. De igual forma, los cuatro ventiladores 4 se activan todos a la vez, esto es, o se activan todos o ninguno.

REIVINDICACIONES

1. Aparato termorregulador de flujo térmico simétrico para dispositivos electrónicos con geometría cilíndrica, **caracterizado** por que comprende:

- un dado metálico (18) encargado de albergar en su eje central al dispositivo electrónico (19) de geometría cilíndrica a regular térmicamente;

- cuatro celdas peltier (16), cada una con una primera cara en contacto con cada lado externo del dado metálico (18), encargadas de intercambiar calor con el dado (18);

- un intercambiador térmico encargado de intercambiar calor con las celdas peltier (16), que comprende cuatro disipadores térmicos (5), cada uno en contacto térmico con la segunda cara de cada celda peltier (16);

- medios de medición de la temperatura del dado (11);

- medios de medición de la temperatura del intercambiador térmico (6);

- un controlador de las celdas peltier (31), que permite el control de la corriente que circula por las celdas peltier (16) y de su sentido de circulación;

- medios de procesamiento de datos (30), encargados de recibir las temperaturas del dado (18) y del intercambiador térmico y controlar a través del controlador de las celdas peltier (31) la corriente de las celdas peltier (16) y su sentido de circulación para mantener la temperatura del dado (18) regulada.

2. Aparato termorregulador según la reivindicación 1, donde el intercambiador térmico comprende un bastidor (15), estando las cuatro celdas peltier (16) adheridas cada una por la segunda cara a cada lado interno del bastidor (15) y los cuatro disipadores térmicos (5) adheridos cada uno a cada lado externo del bastidor (15).

3. Aparato termorregulador según la reivindicación 2, donde los medios de medición de la temperatura del intercambiador térmico comprende un sensor de temperatura (6) adherido al bastidor (15).

4. Aparato termorregulador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los medios de medición de la temperatura del dado comprende un sensor de temperatura (11) adherido al dado (18).

5. Aparato termorregulador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente cuatro ventiladores (4), cada uno enfrentado a cada disipador (5), estando los medios de procesamiento de datos (30) encargado del control de dichos ventiladores (4).

6. Aparato termorregulador según la reivindicación 5, donde los medios de procesamiento de datos (30) están configurados para efectuar la termorregulación del dado (18) en lazo cerrado, para lo cual dichos medios de procesamiento de datos (30) están configurados para:

a- fijar la temperatura objetivo del dado (18);

b- fijar el valor de la variable de error;

c- obtener la temperatura del dado (18);

d- obtener la temperatura del intercambiador térmico;

e- calcular la franja térmica de actuación de las celdas peltier (16);

* si no es alcanzable la temperatura objetivo del dado y no están activados los ventiladores (4), activarlos y volver a medir la temperatura del dado (18) y del intercambiador para calcular de nuevo la franja térmica de actuación ΔT ;

* si están activados los ventiladores (4) y no se consigue la temperatura objetivo, cambiar la temperatura objetivo del dado y volver a medir la temperatura del dado (18) y del intercambiador para calcular de nuevo la franja térmica de actuación ΔT ;

f- si la temperatura objetivo del dado (18) está dentro de la franja térmica de actuación, comparar la temperatura del dado (18) con la temperatura objetivo;

g- actuar sobre las celdas peltier (16), calentando o enfriando el dado (18) según corresponda hasta que la diferencia térmica entre la temperatura objetivo del dado (18) y la temperatura medida del dado (18) alcance el valor de la variable de error previamente fijado;

h- volver a fijar el valor de la variable de error y repetir el proceso.

5 7. Aparato termorregulador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente una pluralidad de aislantes térmicos (17,20,21,22,23) que conforman una cavidad adiabática sobre el dado metálico (18).

10 8. Aparato termorregulador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un soporte anterior (2) y un soporte posterior (3) de baja conductividad térmica, que soporta en su interior el dado metálico (18) y el intercambiador térmico.

9. Aparato termorregulador según la reivindicación 8, donde el dispositivo electrónico (19) con geometría cilíndrica es un diodo láser (19) de un transmisor láser (14), comprendiendo el aparato termorregulador:

15 - un tubo de enfoque (7) y una lente esférica (8) montados en el soporte anterior (2) para focalizar el haz del diodo láser (19), y

- medios de fijación (12) en el soporte posterior (3) para la fijación del transmisor láser (14).

20 10. Aparato termorregulador según la reivindicación 8, donde el dispositivo electrónico con geometría cilíndrica es un fotodiodo de avalancha de un receptor láser, comprendiendo el aparato termorregulador:

25 - un tubo de enfoque (7) y una lente esférica (8) montados en el soporte anterior (2) para focalizar el haz recibido por el fotodiodo de avalancha, y

- medios de fijación (12) en el soporte posterior (3) para la fijación del receptor láser.

30

35

40

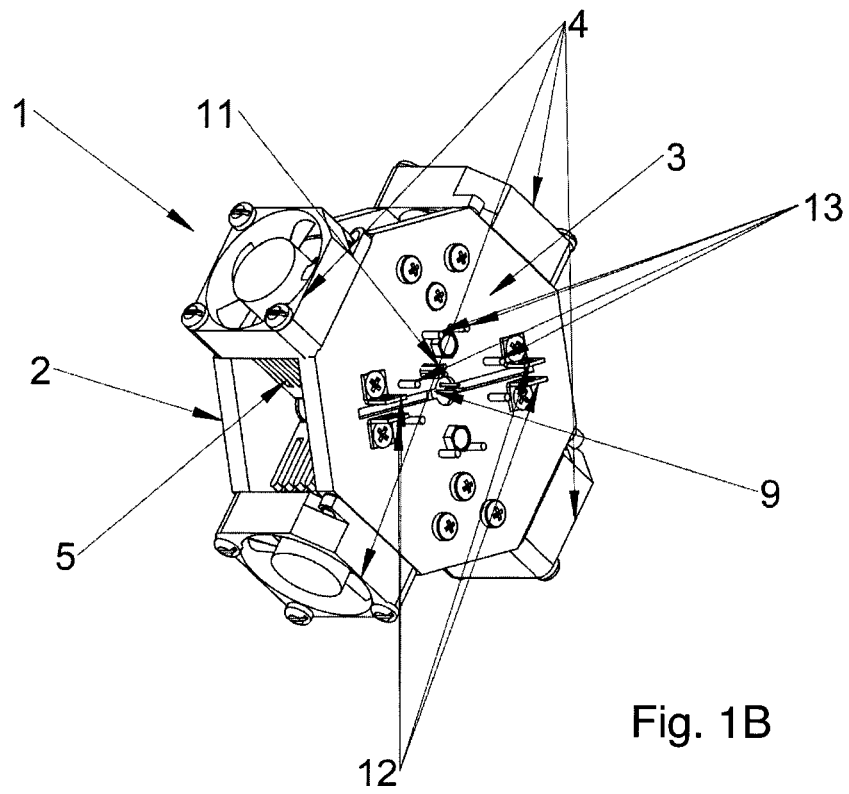
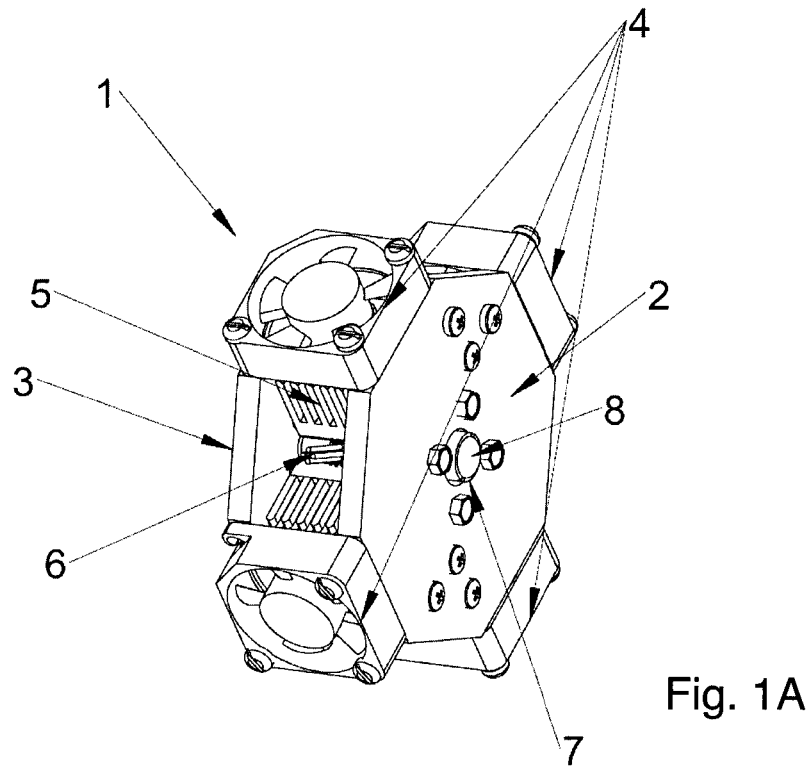
45

50

55

60

65



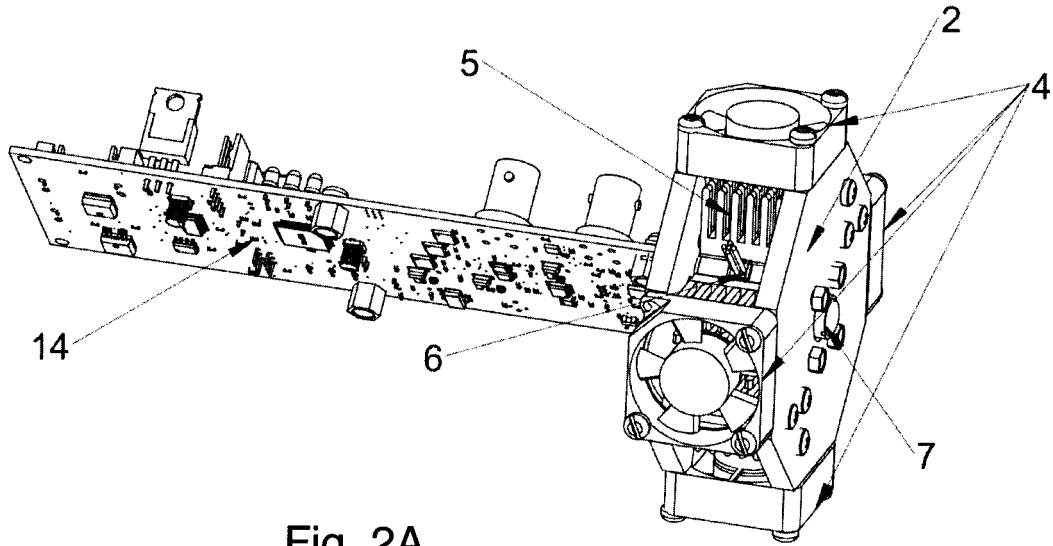


Fig. 2A

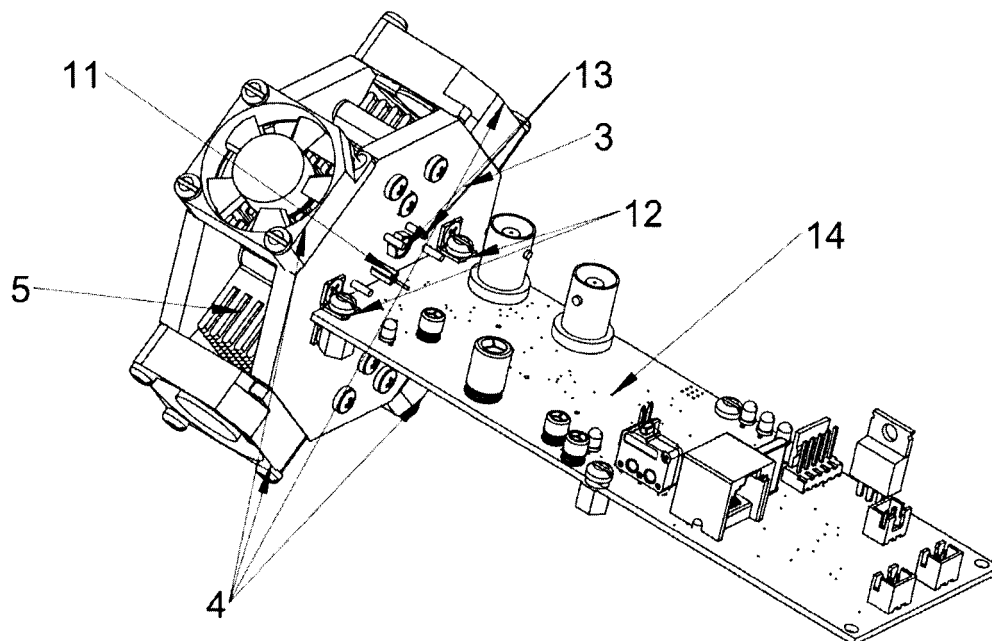


Fig. 2B

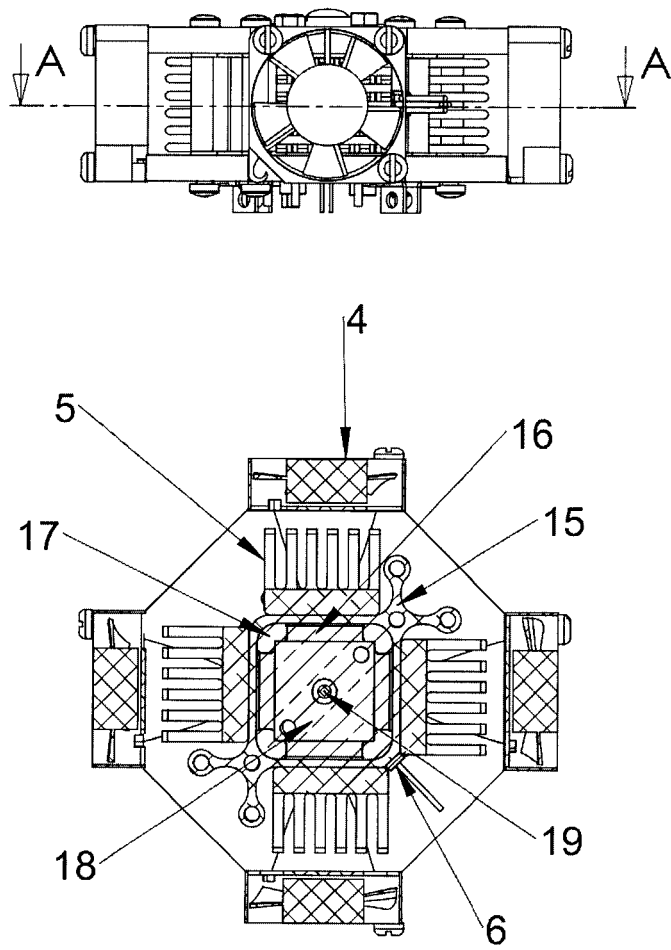


Fig. 3

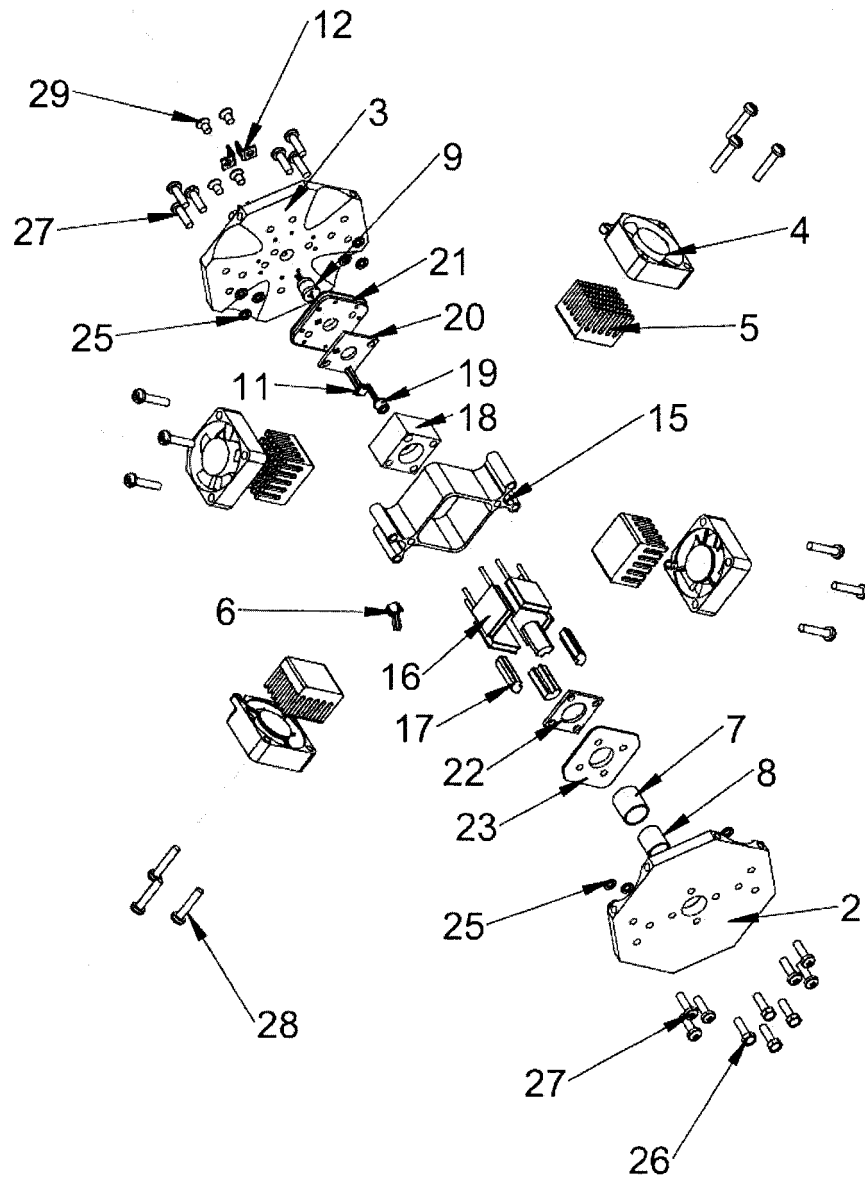


Fig. 4

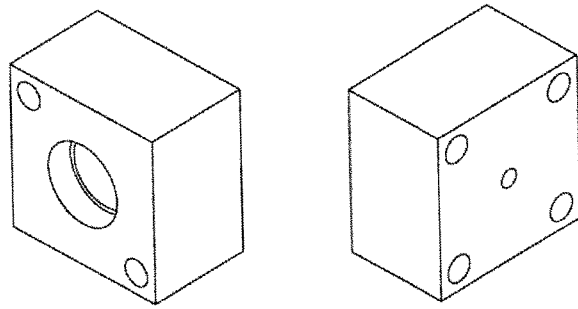


Fig. 5A

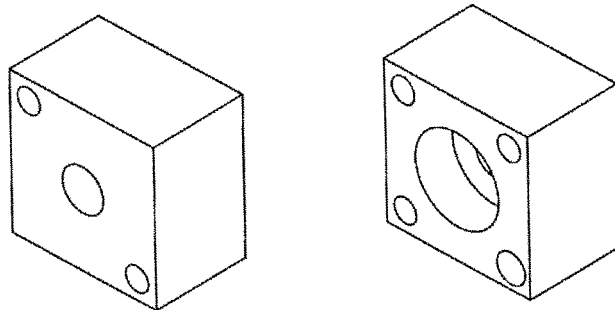


Fig. 5B

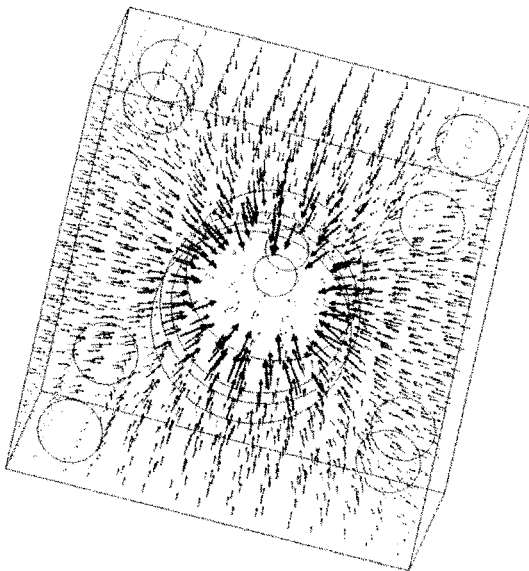


Fig. 6A

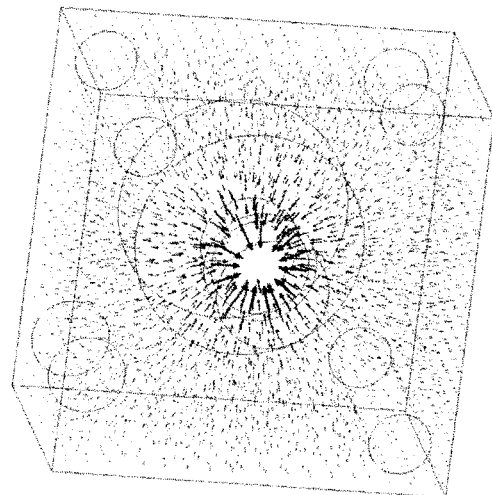


Fig. 6B

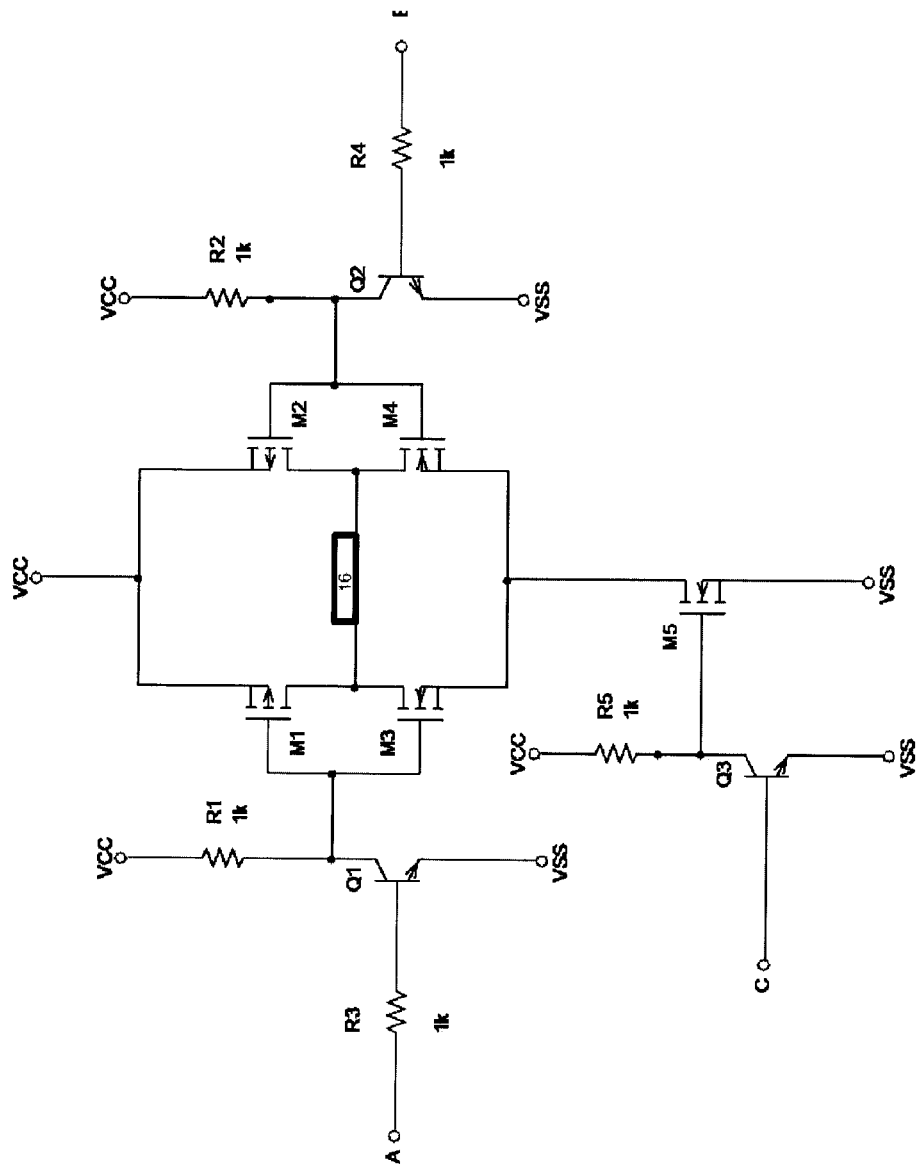


Fig. 7

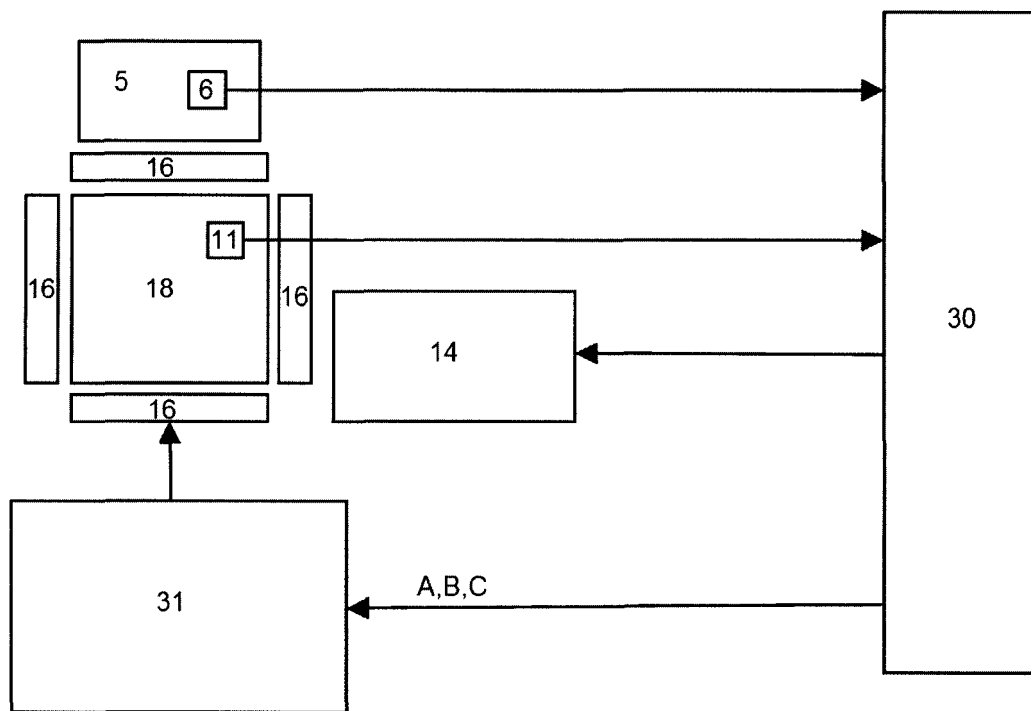


Fig. 8



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201001621

②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.12.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G05D23/19** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4689659 A (WATANABE) 25.08.1987, columna 2, línea 27 – columna 4, línea 13; figura 1.	1-10
A	US 4727554 A (WATANABE) 23.02.1988, figuras 1,3; resumen.	1-10
A	US 4571728 A (YOSHIKAWA) 18.02.1986, figura 1; resumen.	1-10
A	JP 54053979 A (CANON) 27.04.1979, figuras 1-5; resumen.	1-10
A	DE 2844805 A1 (LANGE GMBH) 24.04.1980, figura 1; resumen.	1-10

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
16.06.2011

Examinador
F. Olalde Sánchez

Página
1/4

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

G05D

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

INVENES, EPODOC; WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 16.06.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-10	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-10	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4689659 A (WATANABE)	25.08.1987
D02	US 4727554 A (WATANABE)	23.02.1988
D03	US 4571728 A (YOSHIKAWA)	18.02.1986
D04	JP 54053979 A (CANON)	27.04.1979
D05	DE 2844805 A1 (LANGE GMBH)	24.04.1980

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

De acuerdo con el artículo 29.6 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/86 de Patentes, se establece en esta opinión escrita que la solicitud parece cumplir con los requisitos exigidos en los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley 11/86 de Patentes, en relación con el estado de la técnica establecido por el artículo 6.2 de dicha ley, por hacerlo los objetos de protección definidos por sus reivindicaciones, en concreto:

Ninguno de los documentos citados como estado de la técnica divulgan, ni de ellos se deriva de un modo evidente, la estructura del objeto de protección, definido por la reivindicación principal, disponiendo cuatro celdas Peltier, cada una en contacto con una de las caras externas paralelas al eje central de un dado que aloja un dispositivo de geometría cilíndrica y y cuatro disipadores térmicos cada uno en contacto con la segunda cara de la celda Peltier.

Por tanto, el objeto definido por la reivindicación 1 parece cumplir con los requisitos de novedad y actividad inventiva y, consecuentemente, también parecen cumplirlos los objetos definidos por las reivindicaciones dependientes.