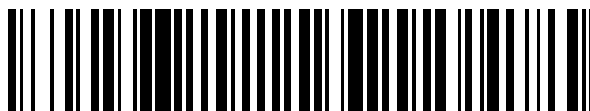


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 576**

51 Int. Cl.:

**H01L 23/373** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2001** **E 10180160 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012** **EP 2296454**

54 Título: **Sistema de gestión térmica**

30 Prioridad:

**25.02.2000 US 513001**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.04.2013**

73 Titular/es:

**GRAFTECH INTERNATIONAL HOLDINGS INC.  
(100.0%)  
12900 Snow Road  
Parma, OH 44130, US**

72 Inventor/es:

**TZENG, JING WEN**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 401 576 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

Sistema de gestión térmica.

**Campo técnico**

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un sistema para la gestión del calor procedente de una fuente de calor, como por ejemplo un componente electrónico. Más en concreto, la presente invención se refiere a un sistema eficaz para disipar el calor generado por un componente electrónico.

**Antecedentes de la invención**

10 **[0002]** El desarrollo de dispositivos electrónicos cada vez más sofisticados –incluidos aquellos capaces de una mayor velocidad de procesamiento y frecuencias más altas, con un tamaño más reducido y requisitos de energía más complicados, y aquellos que presentan otros avances tecnológicos, como por ejemplo microprocesadores y circuitos integrados en componentes y sistemas electrónicos y eléctricos, así como en otros dispositivos, por ejemplo dispositivos ópticos de alta potencia– hace que se puedan generar temperaturas relativamente extremas. Sin embargo, los microprocesadores, los circuitos integrados y otros componentes electrónicos sofisticados normalmente funcionan de forma eficaz sólo dentro de un rango determinado de temperaturas umbral. El calor excesivo generado durante el funcionamiento de estos componentes puede no solo perjudicar su propio rendimiento, sino también deteriorar el rendimiento y la fiabilidad de otros componentes del sistema y del sistema en su conjunto, llegando incluso a causar fallos o averías del sistema. La gama cada vez más extensa de condiciones ambientales (incluidas las temperaturas extremas) en las que se prevé que los sistemas electrónicos han de funcionar también intensifica estos efectos negativos.

20 **[0003]** Debido a la necesidad cada vez mayor de conseguir una disipación del calor causado por las condiciones mencionadas en los dispositivos microelectrónicos, la gestión térmica se ha convertido en un elemento cada vez más importante en el diseño de los productos electrónicos. Como se ha indicado, la fiabilidad de funcionamiento y la esperanza de vida útil de los equipos electrónicos guardan una relación inversamente proporcional a la temperatura de los componentes de dichos equipos.

25 **[0004]** Por ejemplo, una reducción en la temperatura de funcionamiento de un dispositivo, por ejemplo un semiconductor típico de silicio, puede corresponderse con un incremento exponencial en la fiabilidad y la esperanza de vida útil de dicho dispositivo. Por lo tanto, para aumentar al máximo la vida útil y fiabilidad de un componente, resulta de vital importancia el control de la temperatura de funcionamiento del dispositivo dentro de los límites fijados por sus diseñadores.

30 **[0005]** Los disipadores de calor (en inglés, *heat sinks*) son componentes que facilitan la disipación de calor de la superficie de una fuente de calor, por ejemplo un componente electrónico que genera calor, a un entorno más frío, normalmente el aire. En muchas situaciones típicas, la transferencia de calor entre la superficie sólida del componente y el aire constituye la menos eficaz dentro del sistema, y la interfaz sólido-aire representa, por lo tanto, el mayor obstáculo para la disipación de calor. Un disipador de calor tiene como objetivo incrementar la eficacia de la transferencia de calor entre los componentes y el aire ambiente, principalmente al incrementar el área de superficie que se encuentra en contacto directo con el aire. Esto permite la disipación de una mayor cantidad de calor, disminuyendo así la temperatura de funcionamiento del dispositivo. El objetivo principal de un disipador de calor consiste en contribuir a mantener la temperatura del dispositivo por debajo de la temperatura máxima permisible especificada por su diseñador o fabricante.

40 **[0006]** Por regla general, los disipadores de calor se fabrican con un metal, especialmente el cobre o el aluminio, debido a la capacidad del cobre de absorber fácilmente el calor y transferirlo por toda su estructura. En muchas aplicaciones se construyen disipadores de calor de cobre con aletas u otras estructuras para incrementar el área de superficie del disipador de calor, obligando el paso del aire a través de las aletas de cobre (por ejemplo, mediante un ventilador) para conseguir la disipación de calor desde el componente electrónico, a través del disipador de calor de cobre, y por último al aire.

45 **[0007]** Con todo, existen limitaciones por lo que respecta al uso de disipadores de calor de cobre. Una de estas limitaciones se refiere a la isotropía relativa del cobre, es decir, la tendencia de una estructura de cobre a distribuir el calor de forma relativamente uniforme por toda la estructura. De la isotropía del cobre se deriva que el calor transmitido a un disipador de calor de cobre se distribuya por toda la estructura, en vez de dirigirse de manera preferente a las aletas donde se produce la transferencia más eficaz al aire. Esto puede reducir la eficacia de la disipación de calor cuando se utiliza un disipador de calor de cobre. Además, el uso de disipadores de calor de cobre o aluminio puede presentar un problema debido al peso del metal, en particular cuando el área de calentamiento es significativamente más pequeña que la del disipador de calor. Por ejemplo, el cobre puro pesa 8,96 gramos por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ) y el aluminio puro pesa 2,70  $\text{g/cm}^3$  (compárese con el grafito puro, que pesa entre aproximadamente 1,4  $\text{g/cm}^3$  y 1,8  $\text{g/cm}^3$ ). En muchas aplicaciones es necesario colocar de forma ordenada varios disipadores de calor, por ejemplo en una placa de circuito, para disipar el calor procedente de una variedad de componentes en la placa. Si se utilizan disipadores de calor de cobre, el simple peso del cobre en la placa puede incrementar las posibilidades de que se produzcan fisuras en la misma o de otros efectos adversos indeseables,

además de incrementar el peso del propio componente. Asimismo, puesto que el cobre es un metal y, por lo tanto, posee las irregularidades y deformaciones en su superficie propias de los metales, y es probable que la superficie del componente electrónico a la que se está uniendo el disipador de calor de cobre sea también de metal o de otro material relativamente rígido, como por ejemplo el óxido de aluminio o un material cerámico, la creación de una conexión completa entre un disipador de calor de cobre y el componente, de manera que se aumente al máximo la transferencia de calor desde el componente al disipador de calor de cobre, puede resultar difícil sin un montaje a una presión relativamente alta, lo que resulta poco deseable, ya que ello podría acarrear daños al componente electrónico.

[0008] Por consiguiente, lo que se desea es un sistema de gestión térmica que resulte eficaz para la disipación de calor procedente de una fuente de calor, por ejemplo un componente electrónico. El sistema de gestión térmica debería contar con la ventaja de ser relativamente anisotrópico, en comparación con el cobre, poseer una relación relativamente alta entre su conductividad térmica y su peso, y ser capaz de una unión conformable con la superficie de la fuente de calor.

[0009] En la patente estadounidense nº 5.991.155 se divulga un sistema de gestión térmica que comprende una lámina de grafito exfoliado recomprimido cubierta con capas exteriores de plástico y metal, como en la publicación de patente japonesa abierta a inspección pública nº Hei 6-134917.

### Resumen de la invención

[0010] Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de gestión térmica para una fuente de calor. Este sistema de gestión térmica resultará eficaz para incrementar el área útil de la superficie de la fuente de calor desde la cual se va a disipar el calor.

[0011] Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de gestión térmica que exhiba un grado relativamente alto de anisotropía.

[0012] Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de gestión térmica capaz de formar una conexión térmica deseablemente completa con la superficie de la fuente de calor sin necesidad de un montaje a alta presión.

[0013] Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de gestión térmica que posea una relación relativamente alta entre su conductividad térmica y su peso.

[0014] Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de gestión térmica fabricado de tal manera que pueda localizar las superficies de disipación térmica del mismo con el fin de incrementar al máximo la disipación de calor desde la fuente de calor.

[0015] Un sistema de gestión térmica, de conformidad con las reivindicaciones adjuntas, es capaz de alcanzar todos estos objetivos. Se proporciona una fuente de calor, como por ejemplo un componente electrónico, teniendo la fuente de calor una superficie exterior. También se proporciona una interfaz térmica montada sobre la superficie exterior de la fuente de calor, en la que la interfaz térmica comprende una lámina de grafito flexible anisotrópico que posee un área planar mayor que el área de la superficie exterior de la fuente de calor. En una modificación de la invención, el sistema de gestión térmica incluye un disipador de calor que comprende un artículo de grafito que posee una forma tal que proporciona una superficie de recogida de calor y al menos una superficie de disipación de calor, en el que la configuración de la superficie de recogida de calor del artículo de grafito en una conexión operativa con una fuente de calor causa la disipación de calor de la fuente de calor a través de al menos una superficie de disipación de calor del artículo de grafito. El artículo de grafito que resulta útil como disipador de calor de esta realización de la invención comprende partículas comprimidas de grafito exfoliado, como por ejemplo láminas flexibles anisotrópicas de partículas comprimidas de grafito exfoliado laminadas en un artículo unitario o partículas de grafito exfoliado comprimidas para que adopten la forma deseada. Asimismo, el artículo de grafito puede estar formado de grafito de alta densidad fabricado a partir de partículas carbonosas finamente divididas.

[0016] Los grafitos se componen de planos de capas de estructuras o redes hexagonales de átomos de carbono. Estos planos de capas de átomos de carbono dispuestos hexagonalmente son sustancialmente planos, están orientados u ordenados de forma sustancialmente paralela y son equidistantes entre sí. Las láminas o capas de átomos de carbono sustancialmente equidistantes, paralelas y planas, que normalmente se denominan planos basales, están ligadas o unidas y grupos de las mismas se configuran en cristalitas. Los grafitos altamente ordenados consisten en cristalitas de tamaño considerable: los cristalitas están altamente alineados u orientados entre sí y poseen capas de carbono bien ordenadas. En otras palabras, los grafitos altamente ordenados poseen un alto grado de orientación preferida de cristalito. Los grafitos poseen estructuras anisotrópicas y, por consiguiente, exhiben o poseen muchas propiedades altamente direccionales, como por ejemplo una conductividad térmica. En síntesis, se pueden caracterizar los grafitos como estructuras laminadas de carbono, es decir, estructuras que se componen de capas superpuestas o láminas de átomos de carbono unidas mediante fuerzas débiles de Van der Waals. A la hora de describir la estructura del grafito, normalmente se indican dos ejes o direcciones, a saber, el eje o dirección "c" y los ejes o direcciones "a". Simplificando, se puede considerar el eje o dirección "c" como la dirección perpendicular a las capas de carbono. Se pueden considerar los ejes o direcciones "a" como las direcciones

paralelas a las capas de carbono (paralelas a la dirección planar de la estructura de cristal del grafito) o las direcciones perpendiculares a la dirección "c".

5 **[0017]** Como se ha indicado anteriormente, las fuerzas de unión que mantienen juntas a las capas paralelas de átomos de carbono son únicamente fuerzas débiles de Van der Waals. Se pueden tratar los grafitos de tal manera que sea posible ampliar de forma apreciable el espacio entre las capas o láminas de carbono superpuestas para proporcionar una marcada expansión en la dirección perpendicular a las capas, es decir, en la dirección "c", formando así una estructura de grafito expandida (que también se denomina grafito exfoliado o intumescido) que retiene sustancialmente el carácter laminar de las capas de carbono.

10 **[0018]** Una escama de grafito que se ha expandido en gran medida y, más concretamente, que se ha expandido hasta alcanzar un grosor final o una dimensión de dirección "c" que es aproximadamente 80 veces o más la dimensión de dirección "c" original, puede formarse sin el uso de un aglutinante en artículos cohesivos o integrados y láminas flexibles de grafito expandido, por ejemplo tejidos, papeles, tiras, cintas o similares. Se estima que es posible, a partir de partículas de grafito que han sido expandidas hasta alcanzar un grosor final o dimensión de dirección "c" de aproximadamente 80 veces o más la dimensión de dirección "c" original, formar artículos y láminas flexibles integrados por compresión, sin necesidad de utilizar ningún material aglutinante, gracias al excelente acoplamiento o cohesión mecánicos que se consiguen entre las partículas de grafito expandidas voluminosamente.

15 **[0019]** Se ha llegado a la conclusión de que, además de flexibilidad, el material de láminas, como se ha indicado anteriormente, también posee un alto grado de anisotropía con respecto a la conductividad térmica, comparable al material de partida de grafito natural, debido a la orientación de las partículas de grafito expandidas, sustancialmente paralela a las caras opuestas de la lámina y que son el resultado de una compresión muy elevada, por ejemplo, causada por un prensado de rodillos. El material de lámina que se produce de esta manera posee una flexibilidad excelente, una buena resistencia y un grado de orientación muy elevado.

20 **[0020]** Generalmente, el proceso de producir material de lámina de grafito anisotrópico sin aglutinante y flexible (por ejemplo, tejidos, papel, tiras, cintas, láminas, esteras o similares) comprende la compresión o compactación, bajo una carga predeterminada y en ausencia de un aglutinante, de las partículas de grafito expandidas que poseen una dimensión de dirección "c" equivalente a por lo menos aproximadamente 80 veces o más la de las partículas originales, con el fin de formar una lámina de grafito sustancialmente integrada, flexible y plana. Las partículas de grafito expandidas generalmente son de apariencia vermiforme o en forma de gusanos, y una vez comprimidas mantienen las propiedades de compresión y la alineación con las superficies principales opuestas de la lámina. Es posible variar la densidad y el grosor del material de lámina controlando el grado de compresión. La densidad del material de lámina puede encontrarse dentro del rango comprendido entre aproximadamente  $0,05 \text{ g/cm}^3$  y aproximadamente  $1,8 \text{ g/cm}^3$ . El material de lámina de grafito flexible exhibe un grado apreciable de anisotropía debido al alineamiento de partículas de grafito de manera paralela a las principales superficies paralelas y opuestas de la lámina, y el grado de anisotropía aumenta cuando se prensa a rodillo el material de lámina para incrementar la densidad. En el material de lámina anisotrópico prensado a rodillo, el grosor, es decir, la dirección perpendicular a las superficies de láminas paralelas y opuestas, comprende la dirección "c", mientras que las direcciones a lo largo de la longitud y el ancho, es decir, a lo largo o paralelas a las superficies principales opuestas, comprenden las direcciones "a". Las propiedades térmicas de la lámina son muy diferentes, por varios órdenes de magnitud, para las direcciones "c" y "a" (es decir, 7 vatios por metro-°C ( $\text{w/m } ^\circ\text{C}$ ) frente a  $150\text{-}200 \text{ w/m } ^\circ\text{C}$ ).

25 **[0021]** Por lo que respecta a las propiedades térmicas, la conductividad térmica de una lámina de grafito flexible en una dirección paralela a las superficies superior e inferior de la lámina de grafito flexible es relativamente alta, mientras que es relativamente muy baja en la dirección "c" transversal a las superficies superior e inferior por una relación que se puede aproximar a 20 a uno o mayor.

30 **[0022]** De forma similar, se puede producir un artículo de grafito expandido comprimido mediante compresión o compactación, bajo una carga predeterminada (y de nuevo en ausencia de un aglutinante), de las partículas de grafito expandidas. Las partículas pueden comprimirse en un molde bajo presiones de al menos  $689,5 \text{ kPa}$  ( $100 \text{ libras por pulgada cuadrada (psi)}$ ) y retendrán su forma final, exhibiendo una anisotropía significativa y mensurable.

### Breve descripción de los dibujos

35 **[0023]** Se comprenderá mejor la presente invención y sus ventajas serán más evidentes a la vista de la siguiente descripción detallada, especialmente cuando se lea ésta prestando especial atención a los dibujos anexos, en los que:

La Figura 1 es una vista superior en perspectiva de una realización de un sistema de gestión térmica de conformidad con la presente invención, en la que se muestra una fuente de calor en línea de puntos.

La Figura 2 es una vista inferior en perspectiva del sistema de gestión térmica de la Figura 1;

55 La Figura 3 es una vista lateral en planta del sistema de gestión térmica de la Figura 1;

La Figura 4 es una vista superior en perspectiva de otra realización de un sistema de gestión térmica de conformidad con la presente invención;

La Figura 5 es una vista superior en planta del sistema de gestión térmica de la Figura 4;

5 La Figura 6 es una vista lateral en perspectiva de otra realización adicional de un sistema de gestión térmica de conformidad con la presente invención; y

La Figura 7 es una vista inferior en perspectiva del sistema de gestión térmica de la Figura 6.

#### Descripción detallada de la realización preferida

10 **[0024]** Por lo que respecta a la ilustración en detalle de los dibujos, en los mismos se muestra un sistema de gestión térmica preparado de conformidad con la presente invención y designado en general por el número de referencia "10". Cabe destacar que, en aras de una mayor claridad, es posible que no se muestren y/o marquen todos los componentes y elementos del sistema (10) en todos los dibujos. Asimismo, como se utiliza en esta descripción, los términos "arriba", "abajo", "superior", "inferior", etc., se refieren al sistema de gestión térmica (10) cuando se muestra en la orientación de las Figuras 3, 4 y 6. Sin embargo, un especialista en este campo comprenderá que el sistema de gestión térmica (10) puede adoptar cualquier orientación específica durante su uso.

15 **[0025]** El sistema de gestión térmica (10) tiene como objetivo su utilización para facilitar la disipación de calor de una fuente de calor, y más específicamente de un componente electrónico (100). El componente electrónico (100) puede comprender cualquier dispositivo o componente electrónico que produce un calor suficiente para interferir con el funcionamiento del componente electrónico (100) o del sistema del que el componente electrónico (100) es un elemento, si no se disipa. El componente electrónico (100) puede comprender un microprocesador o chip informático, un circuito integrado, electrónica de control para un dispositivo óptico como un láser o un transistor de efecto de campo (TEC), componentes de los mismos u otros elementos electrónicos similares. El componente electrónico (100) incluye al menos una superficie (100a) (denominada "superficie exterior") que irradia calor y que puede utilizarse como una fuente de calor que será disipado del componente electrónico (100).

20

25 **[0026]** Por lo que respecta a las Figuras 1, 2 y 3, en una realización el sistema de gestión térmica (10) incluye una interfaz térmica (20). Una función principal de la interfaz térmica (20) es formar una conexión operativa suficiente con una superficie exterior (100a) del componente electrónico (100) sin necesidad de ejercer una cantidad de presión indeseablemente alta. Dependiendo de la naturaleza de los otros elementos constitutivos del sistema de gestión térmica (10), una segunda función de la interfaz térmica (20) puede ser el incremento del área de superficie eficaz (100a) del componente electrónico (100) con el fin de facilitar la disipación de calor del componente electrónico (100).

30

**[0027]** A tal propósito, la interfaz térmica (20) preferentemente comprende una lámina de grafito flexible anisotrópico. Por lámina de grafito flexible anisotrópico se entiende una lámina de grafito comprimido y exfoliado, en particular grafito natural. Como se ha indicado anteriormente, el grafito es una forma cristalina del carbono que comprende átomos que forman enlaces covalentes en planos de capas planas con enlaces más débiles entre los planos. Al tratar las partículas de grafito, por ejemplo una escama de grafito natural, con un agente intercalante de, por ejemplo, una solución de ácido sulfúrico y nítrico, la estructura de cristal del grafito reacciona para formar un compuesto de grafito y el agente intercalante. Las partículas tratadas de grafito se denominan "partículas de grafito intercalado". Al exponerse a altas temperaturas, las partículas de grafito intercalado incrementan sus dimensiones aproximadamente 80 veces o más su volumen original, como si se tratara de un acordeón, en la dirección "c", es decir, en la dirección perpendicular a los planos cristalinos del grafito. Las partículas de grafito exfoliado son de apariencia vermiforme, y por consiguiente se las conoce comúnmente con el nombre de "gusanos". Los gusanos pueden estar comprimidos conjuntamente en láminas flexibles a las que, a diferencia de las escamas de grafito originales, se puede dar forma y cortar para que adopten diferentes figuras.

35

40

**[0028]** Shane *et ál.*, en la patente estadounidense nº 3.404.061, describen un método común para la fabricación de láminas de grafito. En la práctica típica del método de Shane *et ál.* se intercalan las escamas de grafito natural al dispersar las escamas en una solución que contiene, por ejemplo, una mezcla de ácido nítrico y sulfúrico, ventajosamente a un nivel comprendido entre aproximadamente 50 y aproximadamente 300 partes por peso de una solución intercalante por 100 partes por peso de escamas de grafito (partes por cien). La solución de intercalación contiene agentes oxidantes y otros agentes intercalantes conocidos en el estado de la técnica. Entre los ejemplos figuran aquellos que contienen agentes oxidantes y mezclas oxidantes, como por ejemplo soluciones que contienen ácido nítrico, clorato de potasio, ácido crómico, permanganato de potasio, cromato de potasio, dicromato de potasio, ácido perclórico y similares o mezclas, como por ejemplo ácido nítrico y clorato concentrados, ácido crómico y ácido fosfórico, ácido sulfúrico y ácido nítrico, o mezclas de un ácido orgánico fuerte (por ejemplo, ácido trifluoroacético) y un agente oxidante fuerte soluble en el ácido orgánico.

45

50

**[0029]** En una realización preferida, el agente intercalante es una solución de una mezcla de ácido sulfúrico, o ácido sulfúrico y ácido fosfórico, y un agente oxidante, a saber: ácido nítrico, ácido perclórico, ácido crómico, permanganato potásico, peróxido de hidrógeno, ácidos yódicos o periódicos o similares. Aunque no se prefiere tanto, la solución de intercalación puede contener haluros de metal, como por ejemplo cloruro férrico y cloruro férrico

55

mezclado con ácido sulfúrico, o un haluro, como por ejemplo bromo como una solución de bromo y ácido sulfúrico o bromo en un solvente orgánico.

**[0030]** Después de que se intercalan las escamas, se drena el exceso de solución de las escamas y se procede a lavar las mismas con agua. La cantidad de solución ácida (agente intercalante) retenida dentro de las escamas después del drenaje y lavado puede oscilar entre 5 y 150 partes de solución por peso por 100 partes por peso de escamas de grafito (partes por cien), y más típicamente entre aproximadamente 10 y 110 partes por cien. Alternativamente, la cantidad de intercalante puede estar limitada a entre 10 y 50 partes de solución por cien partes de grafito por peso, lo que permite eliminar la fase de lavado, tal y como se divulga y describe en la patente estadounidense nº 4.895.713. Al exponerse a temperaturas elevadas, por ejemplo a temperaturas de 300 °C y especialmente de 700 °C a 1000 °C y superiores, las partículas de grafito intercalado se expanden entre aproximadamente 80 y 1000 o más veces con respecto a su volumen original, de manera similar a un acordeón, en la dirección "c" (en la dirección perpendicular a los planos cristalinos de las partículas constituyentes de grafito) para formar partículas de grafito expandidas o gusanos. Los gusanos resultantes pueden estar comprimidos conjuntamente en láminas flexibles.

**[0031]** La lámina de grafito flexible es coherente, con una buena fuerza de manipulación, y se encuentra apropiadamente comprimida, por ejemplo mediante un prensado de rodillos, con un grosor comprendido entre 0,0075 cm y 0,38 cm y una densidad comprendida entre 0,05 y 1,8 gramos por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ). Se pueden mezclar aproximadamente entre 1,5% y 50% por peso de aditivos cerámicos con las escamas de grafito intercalado, tal y como se describe en la patente estadounidense nº 5.902.762, con el fin de proporcionar una impregnación mejorada de resina (para una mayor solidez) en el producto final de grafito flexible. Entre los aditivos figuran partículas de fibra cerámica que poseen una longitud aproximada de entre 0,15 mm y 1,5 mm. El ancho de las partículas debe oscilar convenientemente entre aproximadamente 0,04 mm y 0,004 mm. Las partículas de fibra cerámica no son reactivas ni adherentes al grafito y resultan estables a temperaturas de hasta aproximadamente 1000 °C, y preferentemente hasta aproximadamente 1300 °C o temperaturas superiores. Las partículas adecuadas de fibra cerámica están compuestas de fibras de vidrio de sílice maceradas, fibras de grafito y carbono, fibras de circona, nitruro de boro, carburo de silicio y magnesia, fibras minerales naturales como fibras de metasilicato de calcio, fibras de silicato de aluminio y calcio, fibras de óxido de aluminio y similares.

**[0032]** Una vez que se ha preparado la lámina de grafito como se ha descrito anteriormente, a continuación puede cortarse para que tenga el tamaño necesario para formar la interfaz térmica (20). Dependiendo de la aplicación, se pueden laminar juntas una serie de láminas de grafito flexible de las dimensiones deseadas para formar un sándwich utilizando un adhesivo sensible a la presión, como por ejemplo un adhesivo acrílico, a fin de formar una interfaz térmica (20), pero se reconoce que cuantas más capas se apliquen (con adhesivo entre ellas), mayor será la degradación de las propiedades térmicas que se experimentará. Por consiguiente, preferentemente la interfaz térmica (20) comprende una única lámina de grafito flexible.

**[0033]** Una ventaja del uso de la interfaz térmica (20) es su conformabilidad. Puesto que la superficie exterior (100a) de un componente electrónico (100) generalmente está formada por un material metálico u otro material similar, la superficie de la superficie exterior (100a) no está completamente lisa (aunque pueda parecerlo a simple vista o al tacto), sino que está cubierta por deformaciones e irregularidades en la superficie, o "picos y valles". Debido a estas deformaciones, resulta difícil obtener una conexión térmica sólida con un tipo metálico (por ejemplo, cobre) u otro tipo de disipador de calor que también posee deformaciones en su superficie sin ejercer un elevado grado de presión para crear la conexión térmica. De hecho, con frecuencia se requieren presiones muy superiores a 344,7 kPa (50 libras por pulgada cuadrada (psi)) para lograr dichas conexiones de metal a metal. Estas presiones pueden producir potencialmente daños en el componente electrónico (100). Puesto que la interfaz térmica (20) es conformable a la topografía de superficie de la superficie exterior (100a) del componente electrónico (100), así como a un disipador de calor metálico, se puede obtener una adecuada conexión térmica entre el componente electrónico (100) y un disipador de calor con deformaciones de superficie sin aplicar una presión potencialmente dañina. Todo lo que se necesita normalmente son presiones inferiores a 344,7 kPa (50 psi); de hecho, presiones tan reducidas como 103,4 kPa (15 psi) e incluso presiones más bajas son a menudo suficientes para crear una conexión térmica eficaz entre el componente electrónico (100), la interfaz térmica (20) y un disipador de calor. Por supuesto, se reduce la necesidad de que la interfaz térmica (20) consiga una buena conexión térmica si se forma el disipador de calor a partir de un material conformable, como por ejemplo el grafito, como se indica más adelante.

**[0034]** La interfaz térmica (20) también puede servir para ampliar el área efectiva de superficie exterior (100a) del componente electrónico (100). Como se ha indicado, la lámina de grafito flexible a partir de la cual se construye la interfaz térmica (20) es anisotrópica; es decir, la conductividad térmica de la interfaz térmica (20) es significativamente mayor en la dirección "a" (la dirección paralela a los planos cristalinos del grafito, o a lo largo de la superficie de la lámina de grafito flexible) que en la dirección "c" (la dirección perpendicular a los planos cristalinos del grafito, o transversal a la lámina de grafito flexible), con frecuencia por un factor de 20 veces o superior. Por consiguiente, cuando se ubica o monta la interfaz térmica (20) sobre la superficie exterior (100a) del componente electrónico (100), de tal forma que una de sus superficies planares (20a) quede colocada contra la superficie exterior (100a), como se muestra en las Figuras 1 y 2, el calor generado por o a partir del componente electrónico (100) se extiende por las superficies planares (20a y 20b) de la interfaz térmica (20) y no sólo directamente a través de la interfaz térmica (20) en la dirección "c". Cuando la interfaz térmica (20) posee un área de superficie mayor que la

superficie exterior (100a) del componente electrónico (100), por consiguiente, el calor del componente electrónico (100) se extiende por el área de superficie de la interfaz térmica (20), proporcionando así una mayor área de superficie desde la cual se puede disipar el calor. De esta forma, por ejemplo, se puede utilizar una mayor área de superficie del disipador de calor, lo que tiene como consecuencia mejores propiedades de disipación de calor, en comparación con los materiales convencionales de interfaz térmica, como por ejemplo materiales de silicón, poliésteres, acrílicos y grasas de conducción térmica, que suelen “canalizar” el calor en vez de expandirlo. Es deseable que el área de superficie de la interfaz térmica (20) sea al menos el doble, y más preferentemente al menos cuatro veces el área de superficie de la superficie exterior (100a) del componente electrónico (100), dependiendo del grosor de la interfaz térmica (20) y del flujo de calor del componente electrónico (100).

**[0035]** La interfaz térmica (20) puede adherirse o montarse a la superficie exterior (100a) de un componente electrónico (100) mediante diversos métodos. Por ejemplo, se puede usar una capa delgada de un adhesivo activado térmicamente y sensible a la presión para montar la interfaz térmica (20) al componente electrónico (100). Alternativamente, cuando se utiliza un disipador de calor, se puede intercalar la interfaz térmica (20) entre el disipador de calor y el componente electrónico (100). Un especialista en este campo reconocerá otros métodos, de eficacia similar, para adherir o montar la interfaz térmica (20) en los componentes electrónicos (100).

**[0036]** Por lo que respecta a las Figuras 4-7, el sistema de gestión térmica (10) de la presente invención también comprende preferentemente un disipador de calor (30) que comprende a su vez un artículo de grafito de forma tal que proporciona una superficie de recogida de calor (30a) y al menos una superficie de disipación de calor (32). Cuando la superficie de recogida de calor (30a) de un disipador de calor (30) se encuentra en una conexión operativa con una fuente de calor, es decir, la superficie exterior (100a) de un componente electrónico (100), se disipa el calor de la superficie exterior (100a) a través de al menos una superficie de disipación de calor (32) del disipador de calor (30).

**[0037]** La superficie de disipación de calor, tal y como se utiliza en el presente, se refiere a un área del disipador de calor (30) desde la cual el calor transmitido al disipador de calor (30) desde la superficie exterior (100a) (a través de la interfaz térmica (20), cuando ésta se encuentra presente) se disipa al medio ambiente. Más frecuentemente, al menos una superficie de disipación de calor (32) del disipador de calor (30) es aquella superficie del disipador de calor (30) donde se pasa el aire u otro fluido refrigerante a través del disipador de calor (30), como por ejemplo por medio de la acción de un ventilador (no mostrado). Con el fin de incrementar al máximo la transferencia de calor desde el disipador de calor (30) al fluido refrigerante, al menos una superficie de disipación de calor (32) del disipador de calor (30) debería estar diseñada y/o tener la forma apropiada para contar con la mayor área posible de superficie.

**[0038]** Por ejemplo, como se ilustra en las Figuras 4 y 5, al menos una superficie de disipación de calor (32) del disipador de calor (30) comprende aletas (32a) formadas en una superficie del disipador de calor (30) situada frente a la superficie de recogida de calor (30a), de tal forma que el calor se traslada desde la superficie de recogida de calor (30a) a las aletas (32a), donde el aire u otra sustancia refrigerante que pasa a través de las aletas (32a) puede absorber el calor de las aletas (32a) y consiguientemente transferirla (y, por extensión, alejarla del componente electrónico (100)). Un especialista en este campo puede seleccionar el número, tamaño y forma de las aletas (32a) para alcanzar un equilibrio entre el flujo de la sustancia refrigerante y el área de superficie. Por ejemplo, un número mayor de aletas (32a), cada una de las cuales es más delgada y tiene un espacio menor entre las mismas, proporcionará una mayor área de superficie, pero puede interferir con el flujo de la sustancia refrigerante; de la misma manera, un número menor de aletas (32a) más grandes, con un mayor espacio entre las mismas, tendrá como resultado una mayor eficacia de convección térmica, pero una menor área de superficie. En una realización preferida, donde un disipador de calor (30) tiene la forma de un bloque (en otras palabras, un cubo) cada una de cuyas paredes tiene una longitud aproximada de 2,5 mm (0,1 pulgadas) (y generalmente no tiene una longitud superior a aproximadamente 50,8 mm (2,0 pulgadas)), aunque esto dependerá del tamaño del componente electrónico (100), como se muestra en las Figuras 4 y 5, una pared “superior” (30f) tendrá una pluralidad, y más normalmente entre aproximadamente 2 y 15, de aletas (32a) que se extienden desde la misma. Cada aleta (32a) tiene una altura (“h”) de aproximadamente entre 12,7 mm y 38,1 mm (0,5 y 1,5 pulgadas) y un grosor (“t”) de aproximadamente entre 0,2 mm y 8,9 mm (0,01 y 0,35 pulgadas). La distancia entre las mismas depende de las dimensiones del disipador de calor (30) y del número y tamaño de las aletas (32a). Desde luego, como se ha indicado anteriormente, las dimensiones específicas del disipador de calor (30) y de las aletas (32a) variarán dependiendo de la aplicación específica y de los deseos del especialista en este campo.

**[0039]** En otra realización, ilustrada en las Figuras 6 y 7, el disipador de calor (30) posee características estructurales que comprenden cavidades (32b), conductos a través de las mismas (32c) o combinaciones de cavidades (32b) y conductos a través de las mismas (32c), donde al menos una superficie de disipación de calor (32) del disipador de calor (30) comprende superficies de las cavidades (32b) y/o conductos (32c). Las cavidades (32b) son útiles a la hora de incrementar el área de superficie del disipador de calor (30), extendiéndose hacia abajo a través de la parte superior (30f) del disipador de calor (30) (en la orientación mostrada en la Figura 6) en dirección hacia, pero no a través de, la superficie de recogida de calor (30a) (evidentemente, si las cavidades (32b) se extienden a través de la superficie de recogida de calor (30a), la eficacia del disipador de calor (30) puede verse reducida, ya que el área de conexión operativa entre la superficie exterior (100a) del componente electrónico (100) y la superficie de recogida de calor (30a) del disipador de calor (30) se reduciría). Las cavidades (32b) pueden tener

los tamaños y formas específicos deseados por el especialista en este campo para producir la cantidad deseada de disipación de calor. Las paredes (es decir, las superficies) de las cavidades (32b) funcionan como algunas (al menos, una) de las superficies de disipación de calor (32) del disipador de calor (30).

5 **[0040]** De manera similar, los conductos (32c) atraviesan el disipador de calor (30) de tal forma que no se reduce el área de superficie de la superficie de recogida de calor (30a). Los conductos (32c) pueden asumir cualquier forma o tamaño, siempre y cuando permitan el flujo de refrigerante a su través. Preferentemente, los conductos (32c) intersectan e interactúan con las cavidades (32b) y entre sí para permitir e incrementar al máximo el flujo de refrigerante a través de las cavidades (32b). De nuevo, las superficies de los conductos (32c) funcionan como algunas (al menos, una) de las superficies de disipación de calor (32) del disipador de calor (30). Un especialista en este campo puede seleccionar el número, tamaño y forma de las cavidades (32b) y conductos (32c) para alcanzar un equilibrio entre flujo de refrigerante y área de superficie. Por ejemplo, un menor tamaño (diámetro) de las cavidades (32b) y conductos (32c) pero un mayor número tendrán como resultado un área de superficie mayor pero un flujo de refrigerante reducido (debido a la dinámica de fluido que se produce al obtener un flujo de fluido a través de una abertura de diámetro reducido); cavidades (32b) y conductos (32c) de mayor tamaño, pero en menor número, tendrán como consecuencia un área de superficie reducida pero un flujo de refrigerante mayor.

10 **[0041]** En una realización preferida, donde el disipador de calor (30) tiene la forma de un bloque (en otras palabras, un cubo) cuyas paredes tienen una longitud aproximada de 2,5 mm (0,1 pulgadas) (y en muchos casos no tienen una longitud superior a aproximadamente 50,8 mm (2,0 pulgadas)), como se muestra en las Figuras 6 y 7, cada una de las paredes "laterales" (30b, 30c, 30d y 30e) tendrán al menos uno, y preferentemente entre 3 y 6, conductos (32c) que se extienden a su través (evidentemente, las paredes laterales opuestas "compartirán" conductos (32c), apareciendo una apertura de conducto en una sola pared lateral, por ejemplo 30b, y apareciendo la otra apertura de conducto correspondiente en la pared lateral opuesta, por ejemplo 30d). De manera similar, la pared "superior" (30f) del disipador de calor (30) tendrá al menos una y preferentemente aproximadamente entre 3 y 6 cavidades (32b) que se extienden en la misma y a través del disipador de calor (30), pero que no tienen salida a la superficie de recogida de calor (30a) enfrente de la pared superior (32f) [sic], como se ha indicado anteriormente. Cada una de las cavidades (32b) y conductos (32c) deberían tener un diámetro comprendido entre aproximadamente 0,762 mm y 12,7 mm (0,03 y 0,5 pulgadas) o superior (dependiendo de las dimensiones del disipador de calor (30)). Por supuesto, como se ha indicado anteriormente, las dimensiones específicas del disipador de calor (30), las cavidades (32b) y los conductos (32c) variarán dependiendo de la aplicación específica y de los deseos del especialista en este campo.

20 **[0042]** Como se ha mencionado anteriormente, el disipador de calor (30) comprende un artículo de grafito. De forma ventajosa, el disipador de calor (30) está compuesto de partículas comprimidas de grafito exfoliado. Como se ha indicado con respecto a la interfaz térmica (20), al preparar la lámina de grafito flexible, las partículas de grafito intercalado se expanden para formar partículas de grafito exfoliado, que a continuación se comprimen en láminas. En vez de formar las partículas de grafito exfoliado en láminas, se pueden comprimir las partículas en bloques u otras formas apropiadas para su uso como disipador de calor (30). Se pueden comprimir los bloques formados a partir de partículas de grafito exfoliado en las formas deseadas, con aletas (32a), etc. Alternativamente, el disipador de calor (30) formado a partir de partículas de grafito exfoliado [es] comprimido en un bloque u otra forma y después maquinado y/o tratado con otro proceso (por ejemplo, troquelado) para que tenga aletas (32a), cavidades (32b) y/o conductos (32c), según se desee.

35 **[0043]** En una realización especialmente ventajosa, se puede formar el disipador de calor (30) a partir de láminas flexibles anisotrópicas de partículas comprimidas de grafito exfoliado (preparado como se ha indicado anteriormente) laminado en un artículo unitario, como por ejemplo un bloque u otra forma deseable. Las láminas flexibles anisotrópicas de partículas comprimidas de grafito exfoliado pueden estar laminadas con un adhesivo apropiado entre las mismas, por ejemplo un adhesivo sensible a la presión o activado térmicamente. El adhesivo elegido debería mantener un equilibrio entre la resistencia de unión y la minimización del grosor, y ser capaz de mantener una unión adecuada a la temperatura de servicio del componente electrónico (100). Un especialista en este campo tendrá conocimiento de adhesivos apropiados para este uso. Preferentemente, la dirección "a" que se extiende paralela a la dirección planar de la estructura de cristal del grafito de las láminas flexibles anisotrópicas de partículas comprimidas de grafito exfoliado que forman esta realización de disipador de calor (30) se extiende entre la superficie de recogida de calor (30a) y al menos una superficie de disipación de calor (32) del disipador de calor (30). De esta forma, la naturaleza anisotrópica de la lámina de grafito dirige el calor desde la superficie exterior (100a) del componente electrónico (100) hacia al menos una superficie de disipación (32) (es decir, en la dirección "a" a lo largo de la lámina de grafito), y no depende de la presencia del adhesivo.

45 **[0044]** En otra realización del sistema de gestión térmica (10), el disipador de calor (30) está fabricado con grafito de alta densidad formado a partir de partículas carbonosas finamente divididas, especialmente partículas carbonosas con un tamaño de partícula inferior a 100 mesh (0,149 mm). Estos cuerpos de grafito de alta densidad pueden fabricarse mediante un relleno carbonoso en forma de una fibra o partículas, por ejemplo un coque de petróleo finamente dividido, harina de grafito, coque bruto, negro de carbón, carbón activado, carbón vítreo o un producto similar [que] es molido hasta llegar a un tamaño de partícula fino y después mezclado con un aglutinante de brea. Para la preparación de artículos de carbón denso que poseen una estructura y porosidad internas excelentes, el relleno debería tener preferentemente un tamaño de partícula inferior a aproximadamente



100 mesh (0,149 mm). Un relleno preferido es la harina de grafito con un tamaño de partícula inferior a aproximadamente 200 mesh (0,074 mm).

5 **[0045]** El aglutinante de brea debería tener un valor de coquización de al menos aproximadamente 70% o superior. Por la expresión “valor de coquización” se entiende el porcentaje de coque presente en el residuo procedente de una muestra determinada de material carbonoso, una vez que la muestra ha sido calentada a una temperatura de cocción predeterminada a una velocidad determinada de calentamiento, de conformidad con el procedimiento de ASTM-D2146. Un aglutinante de brea apropiado es una brea molida que posee un valor elevado de coquización de al menos aproximadamente 70% y un punto de reblandecimiento más alto, por encima de aproximadamente los 300 °C. Un aglutinante de brea preferido para su uso en la mezcla es una brea de mesofase que posee un valor de coquización de entre un 75 y un 90% y un punto de reblandecimiento de aproximadamente 330 °C.

10 **[0046]** La relación entre relleno carbonoso y aglutinante de brea en la mezcla para formar el cuerpo conformado puede variar dentro de un ámbito de entre aproximadamente 4:1 a aproximadamente 0,5:1. Una mezcla apropiada para su uso en la formación de cuerpos conformados puede comprender, por ejemplo, desde aproximadamente un 70% hasta aproximadamente un 85% de peso de relleno carbonoso, por ejemplo coque de petróleo o harina de grafito, y desde aproximadamente un 15% hasta aproximadamente un 30% de peso de aglutinante, por ejemplo brea de mesofase.

15 **[0047]** Se mezclan a fondo el relleno carbonoso y el aglutinante de brea durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo como para garantizar la mezcla uniforme de todos los componentes. Después de la mezcla, se conforma la misma en un cuerpo, preferentemente mediante un proceso de moldeado. Durante el moldeado del cuerpo conformado, la mezcla de relleno carbonoso y brea puede comprimirse bajo una presión de hasta aproximadamente 1.379 kPa (200 psi), mientras que se calienta a temperaturas elevadas hasta alcanzar el punto de reblandecimiento del aglutinante de brea como máximo, por ejemplo de aproximadamente 330 °C en el caso de la brea de mesofase. Alternativamente, la mezcla puede ser prensada en frío a una presión más alta, por ejemplo, de entre aproximadamente 2.757,9 kPa y 5.515,8 kPa (400 y 800 psi) a temperatura ambiente.

20 **[0048]** A continuación se empotra el cuerpo conformado en partículas finamente divididas y no reactivas de cualquier material que no reaccione o se descomponga cuando se calienta a temperaturas de cocción elevadas de aproximadamente 750 °C o superiores. Los materiales apropiados para las partículas no reactivas son el grafito, el coque y el nitruro de boro, por ejemplo. Las partículas deberían estar formadas a partir de un material que sea altamente refractario y capaz de soportar los efectos de las temperaturas de grafitización. Preferentemente, en este caso se utilizan polvos de grafito como partículas no reactivas.

25 **[0049]** En general, el tamaño específico de las partículas no reactivas no resulta crítico por un escaso margen. Sin embargo, las partículas no deberían ser tan pequeñas que impidieran el escape o salida de los gases volátiles a través la envoltura porosa durante la operación de cocción. Se ha comprobado que los polvos de grafito que poseen un tamaño de partícula medio de aproximadamente 10 mesh (1,68 mm) son ideales para su uso en la práctica de la presente invención. Con todo, también se pueden utilizar los polvos de grafito que poseen un tamaño de partícula de tan solo 400 mesh (0,037 mm) sin afectar negativamente el purgado de gases a través de la envoltura porosa.

30 **[0050]** El cuerpo conformado está rodeado por las partículas no reactivas, de forma que dicho cuerpo conformado queda empotrado completamente dentro de la envoltura. Las partículas se ubican alrededor del cuerpo en una capa relativamente gruesa, por ejemplo de entre aproximadamente 50,8 mm y 101,6 mm (2 y 4 pulgadas) en el caso de un cuerpo conformado que posea un diámetro medio de aproximadamente 508 mm (20 pulgadas). El cuerpo conformado empotrado en las partículas no reactivas se comprime a continuación mientras se calienta a una temperatura de cocción, una temperatura suficiente para carbonizar el aglutinante de brea en el cuerpo conformado. Preferentemente, el artículo conformado es calentado lentamente a una velocidad predeterminada de calentamiento hasta alcanzar una temperatura de cocción apropiada, por ejemplo de aproximadamente 750 °C. La velocidad específica de calentamiento utilizada para calentar el cuerpo conformado variará dependiendo del tamaño del artículo que se está fabricando. Por ejemplo, se puede calentar una barra cilíndrica de 508 mm (20 pulgadas) de diámetro y 381 mm (15 pulgadas) de longitud hasta una temperatura de cocción o curado sin que se produzcan grietas u otros efectos adversos a una velocidad de aproximadamente 50 °C por hora. Resultará evidente, por supuesto, que las barras de mayor tamaño requerirán una velocidad más lenta de calentamiento mientras que, por otra parte, las barras más pequeñas podrán ser calentadas a una velocidad incluso más rápida. Preferentemente, se calienta el cuerpo conformado de forma inductiva. Por supuesto, también se pueden utilizar otros medios para calentar el cuerpo conformado en el molde mientras está rodeado por la envoltura.

35 **[0051]** Después de que el cuerpo conformado haya alcanzado una temperatura aproximadamente equivalente a la temperatura de reblandecimiento del aglutinante de brea, se aplica una presión a la envoltura de partículas no reactivas. Esta operación se puede llevar a cabo mediante la aplicación de una carga a un émbolo final del molde que contiene la envoltura de partículas no reactivas. Se transfiere la presión a través de las partículas no reactivas y se aplica isostáticamente alrededor de toda la superficie del cuerpo conformado que comprime y densifica adicionalmente el cuerpo. Se eleva gradualmente la temperatura del cuerpo conformado hasta la temperatura de cocción máxima durante toda la compresión. De hecho, la presión que se aplica isostáticamente alrededor del cuerpo conformado debería mantenerse a una presión relativamente baja, por ejemplo de aproximadamente 1.379

kPa (200 psi), y preferentemente no superior a unos 2.757,9 kPa (400 psi). Esto resulta especialmente importante en aquellos casos en los que se va a grafitizar el cuerpo conformado después de la cocción. Las presiones apropiadas para su uso en la compresión del cuerpo conformado mientras es calentado, de acuerdo con la presente invención, oscilarán generalmente entre aproximadamente los 1.379 kPa y unos 2.413 kPa (200 psi y 350 psi).

5 **[0052]** La grafitización del cuerpo de carbono comprimido y calentado puede tener lugar mientras el cuerpo se encuentra todavía dentro del troquel. En este caso, se deben proporcionar medios adecuados en asociación con el troquel para calentar el cuerpo a temperaturas de grafitización elevadas, por ejemplo de al menos aproximadamente 2.800 °C. Sin embargo, puede ser preferible retirar el cuerpo cocido del troquel después de un enfriamiento, y a continuación transferir el cuerpo enfriado a un horno independiente de grafitización.

10 **[0053]** Se puede fabricar un disipador de calor de grafito de alta densidad (30) de tamaño apropiado, o se puede fabricar en barras más grandes que posteriormente se serrarán y maquinarán, o cortarán por cualquier otro método. El disipador de calor de grafito de alta densidad (30) puede tener una forma específica, por ejemplo estar dotado de aletas (32a) fabricadas dentro del mismo. Alternativamente, el disipador de calor de grafito de alta densidad (30) puede estar fabricado como un bloque o ser de otra forma básica, con aletas (32a), cavidades (32b), conductos  
15 (32c) u otras estructuras útiles, como al menos una superficie de disipación de calor (32) maquinada dentro del mismo usando métodos conocidos para un especialista en este campo.

**[0054]** Se puede montar el disipador de calor (30) en un componente electrónico (100) mediante medios convencionales, por ejemplo mediante un montaje directo al componente electrónico (100) usando un adhesivo, como por ejemplo un adhesivo sensible a la presión o térmicamente activado (algo que el peso relativamente bajo  
20 del grafito permite); mediante un montaje a la interfaz térmica (20), si se encuentra presente, por ejemplo con un adhesivo; o el montaje a la placa o a otro objeto sobre el que esté montado el circuito electrónico (100), siempre y cuando la superficie de recogida de calor (30a) del disipador de calor (30) esté conectada operativamente con la superficie exterior (100a) del componente electrónico (100) (directamente o a través de una interfaz térmica (20)).

**[0055]** El uso de grafito para formar un disipador de calor (30) posee un gran número de ventajas significativas. Como se ha indicado, la naturaleza anisotrópica del grafito permite a un especialista en este campo dirigir el calor desde la superficie exterior (100a) de un componente electrónico (100) a al menos una superficie de disipación de calor (32). Los materiales de grafito poseen la ventaja añadida de una densidad relativamente baja, y por consiguiente un peso relativamente bajo. Por ejemplo, los artículos formados a partir de partículas de grafito exfoliado generalmente poseen una densidad por debajo de aproximadamente 1,3 gramos/centímetro cúbico  
25 (g/cm<sup>3</sup>). Los artículos de grafito de alta densidad poseen una densidad por debajo de aproximadamente 1,9 g/cm<sup>3</sup>. Cuando se compara con la densidad del cobre

–aproximadamente 8,9 g/cm<sup>3</sup> para el cobre puro–, un artículo de grafito de aproximadamente el mismo tamaño y volumen que un artículo de cobre pesará significativamente menos.

**[0056]** La ventaja de peso del grafito sobre el cobre u otros metales puede expresarse en términos de su conductividad térmica respectiva. Si se tiene en cuenta la conductividad térmica por peso unitario (denominada a veces en el estado de la técnica la conductividad térmica específica, aunque puede que este término no sea el más idóneo), los disipadores de calor de grafito exfoliado poseen una conductividad térmica específica de entre aproximadamente 0,134 vatios-metro cuadrado por kilogramo – °C (wm<sup>2</sup>/kg °C) y aproximadamente 0,184 wm<sup>2</sup>/kg °C y los disipadores de calor de grafito de alta densidad poseen una conductividad térmica específica de entre aproximadamente 0,05 wm<sup>2</sup>/kg °C y aproximadamente 0,075 wm<sup>2</sup>/kg °C, mientras que los disipadores de calor de cobre poseen una conductividad térmica específica de entre aproximadamente 0,019 wm<sup>2</sup>/kg °C y aproximadamente 0,051 wm<sup>2</sup>/kg °C (para una conductividad térmica específica de 0,051, el disipador de calor debería estar fabricado con cobre puro). Por lo tanto, por peso de unidad, los disipadores de calor de grafito pueden resultar mucho más eficaces en la disipación de calor de un componente electrónico (100), sin las desventajas de “cargar” un circuito impreso u otro componente con un peso excesivo. Cuando se tienen en cuenta las ventajas adicionales proporcionadas por la naturaleza anisotrópica del grafito, los disipadores de calor (30) de la presente invención poseen claras ventajas.

**[0057]** El objetivo del siguiente ejemplo es ilustrar y explicar la presente invención con mayor detenimiento y su carácter no debería ser considerado limitativo en ningún sentido.

#### 50 **Ejemplo**

**[0058]** Se preparó un aparato de prueba que consistía en una fuente de calor con una superficie superior compuesta por una superficie generalmente plana de 12,7 mm x 6,4 mm (0,5 pulgadas x 0,25 pulgadas) de tamaño, situada en un túnel de viento. Se instalaron varias realizaciones de sistemas de gestión térmica en la fuente de calor, tomándose mediciones de temperatura en la Ubicación A, adyacente a la interfaz de fuente de calor/sistema de gestión térmica, y en la Ubicación B, en el sistema de gestión térmica en la posición más alejada con respecto a la fuente de calor (cuanto más baja era la lectura de temperaturas en las Ubicaciones A y B, mejores eran las características de disipación de calor del sistema de gestión térmica que se estaba sometiendo a prueba).  
55

## ES 2 401 576 T3

5 **[0059]** Prueba 1: se colocó un sistema de gestión térmica compuesto de un disipador de calor de cobre con dimensiones de 25,4 mm x 25,4 mm x 20,3 mm (1 pulgada x 1 pulgada x 0,8 pulgadas) y 8 aletas rectas sobre la fuente de calor. Se interpuso una interfaz térmica compuesta de una lámina con dimensiones de 25,4 mm x 25,4 mm (1 pulgada x 1 pulgada) de lámina de grafito flexible anisotrópica entre el disipador de calor de cobre y la fuente de calor. La velocidad del viento de prueba fue de 1,6 metros por segundo (m/s).

10 **[0060]** Prueba 2: se colocó un sistema de gestión térmica compuesto de un disipador de calor de cobre con dimensiones de 25,4 mm x 25,4 mm x 20,3 mm (1 pulgada x 1 pulgada x 0,8 pulgadas) y 8 aletas rectas sobre la fuente de calor. Se interpuso una interfaz térmica compuesta de una lámina con dimensiones de 25,4 mm x 25,4 mm (1 pulgada x 1 pulgada) de lámina de grafito flexible anisotrópica entre el disipador de calor de cobre y la fuente de calor, con una delgada capa adhesiva entre la interfaz térmica y el disipador de calor. La velocidad del viento de prueba fue de 1,6 metros por segundo (m/s).

15 **[0061]** Prueba 3: a modo de control, se colocó un sistema de gestión térmica compuesto de un disipador de calor de cobre con dimensiones de 25,4 mm x 25,4 mm x 20,3 mm (1 pulgada x 1 pulgada x 0,8 pulgadas) y 8 aletas rectas sobre la fuente de calor. No se interpuso ninguna interfaz térmica entre el disipador de calor de cobre y la fuente de calor. La velocidad del viento de prueba fue de 1,6 metros por segundo (m/s).

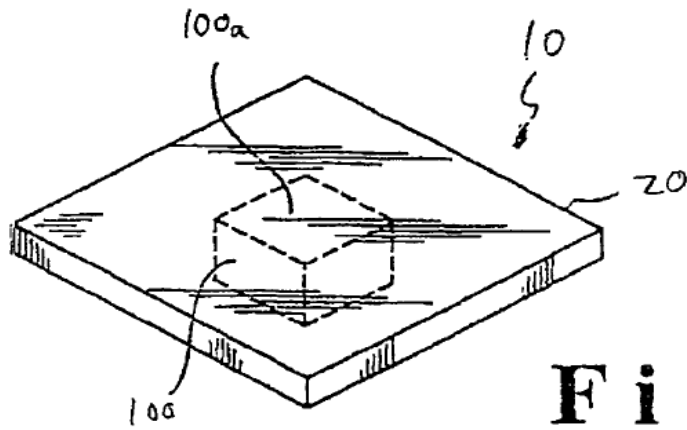
**[0062]** En la Tabla I se muestran los resultados obtenidos:

**Tabla I**

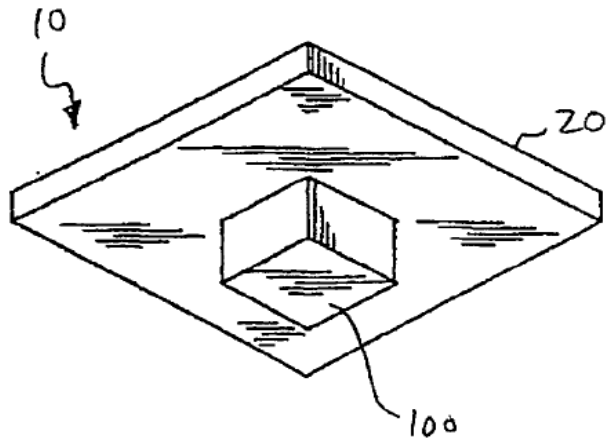
Nº de prueba	Temperatura en Ubicación A (°C)	Temperatura en Ubicación B (°C)
1	32,4	32,0
2	31,3	29,9
3	32,6	32,1

**REIVINDICACIONES**

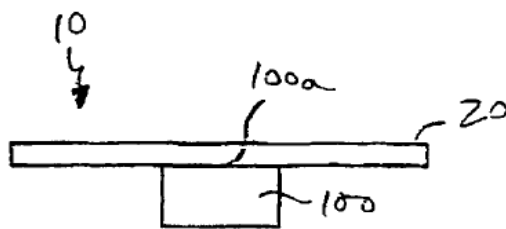
- 5 1. Un sistema de gestión térmica (10) que comprende una fuente de calor con una superficie exterior (100a) y una interfaz térmica (20) que a su vez comprende una lámina de grafito flexible anisotrópica formada por partículas comprimidas de grafito natural exfoliado y que posee un área planar mayor que el área de la superficie exterior de la fuente de calor. La lámina de grafito flexible posee una primera y segunda superficies planares principales y posee ejes de conductividad térmica superior paralelos a las mencionadas superficies planares principales, **y se caracteriza porque** la primera de las mencionadas superficies planares principales se encuentra en contacto directo operativo con la fuente de calor.
- 10 2. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con la reivindicación 1, en el que la lámina de grafito flexible anisotrópica es un disipador de calor o actúa como un disipador de calor.
- 15 3. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la fuente de calor comprende un componente electrónico (100).
- 20 4. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 1 y la 3, en el que la relación de conductividad térmica de la lámina de grafito anisotrópica paralela a las superficies principales, en comparación con la dirección transversal de la superficie principal, es de al menos aproximadamente 20 a uno.
- 25 5. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 1 y la 4, en el que la presión de contacto entre la lámina de grafito flexible y la fuente de calor es inferior a 345 kPa (50 libras por pulgada cuadrada (psi)).
- 30 6. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 1 y la 5, en el que el área de superficie de la lámina de grafito flexible es de al menos dos veces el área de superficie de la superficie exterior de la fuente de calor.
- 35 7. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con la reivindicación 6, en el que el área de superficie de la lámina de grafito flexible es de al menos cuatro veces el área de superficie de la superficie exterior de la fuente de calor.
- 40 8. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 1 y la 7, en el que se proporciona la lámina de grafito flexible como parte de un artículo de grafito –o conjuntamente con el mismo– que comprende láminas anisotrópicas de partículas comprimidas de grafito exfoliado laminadas en un artículo unitario y con la forma deseada para proporcionar una superficie de recogida de calor y al menos una superficie de disipación de calor.
- 45 9. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con la reivindicación 8, en el que la superficie de recogida de calor del artículo de grafito está dispuesta en una conexión operativa con la fuente de calor para causar la disipación de calor desde la fuente de calor a través de al menos una superficie de disipación de calor del artículo de grafito.
- 50 10. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 1 y la 7, que además comprende un disipador de calor (30), el cual a su vez comprende un artículo de grafito con la forma apropiada para proporcionar una superficie de recogida de calor y al menos una superficie de disipación de calor, estando la superficie de recogida de calor del disipador de calor en contacto operativo con una segunda superficie de las mencionadas superficies planares principales de la lámina de grafito flexible.
- 50 11. Un sistema de gestión térmica (10), de conformidad con la reivindicación 10, en el que el artículo de grafito comprende láminas flexibles anisotrópicas de partículas comprimidas de grafito exfoliado laminadas en un artículo unitario.



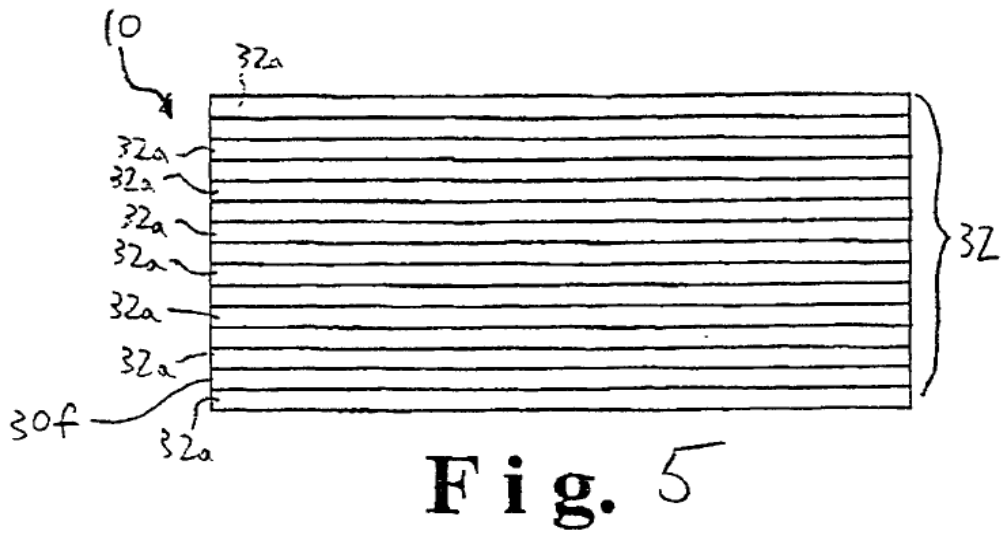
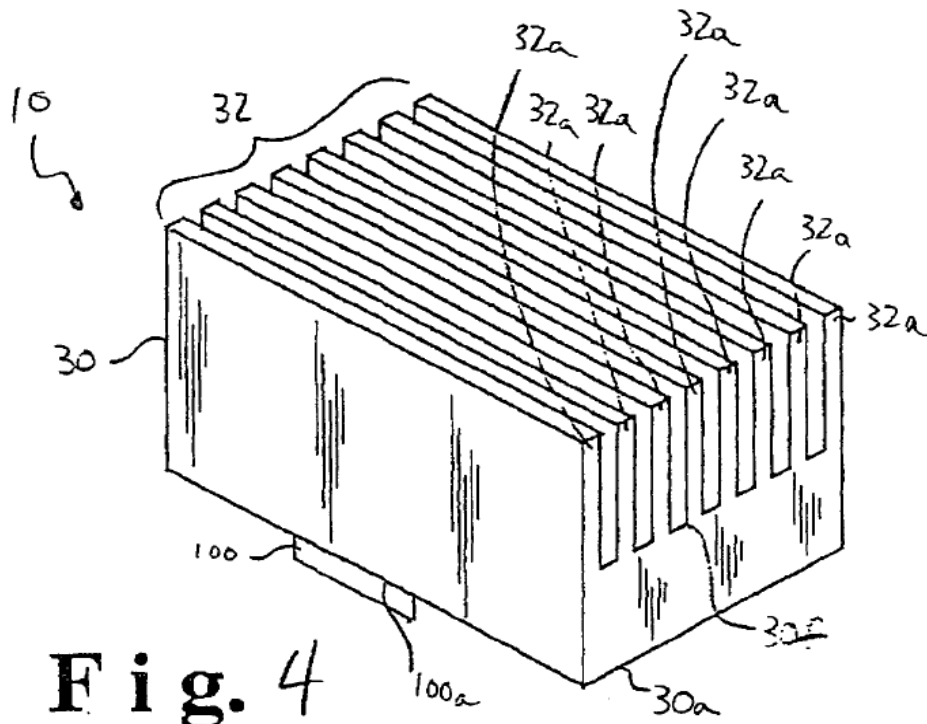
**Fig. 1**

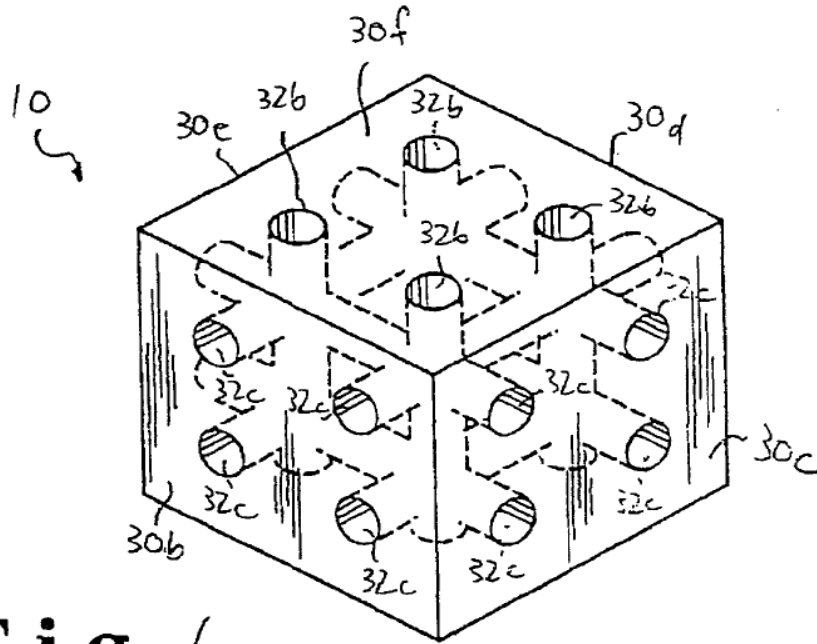


**Fig. 2**

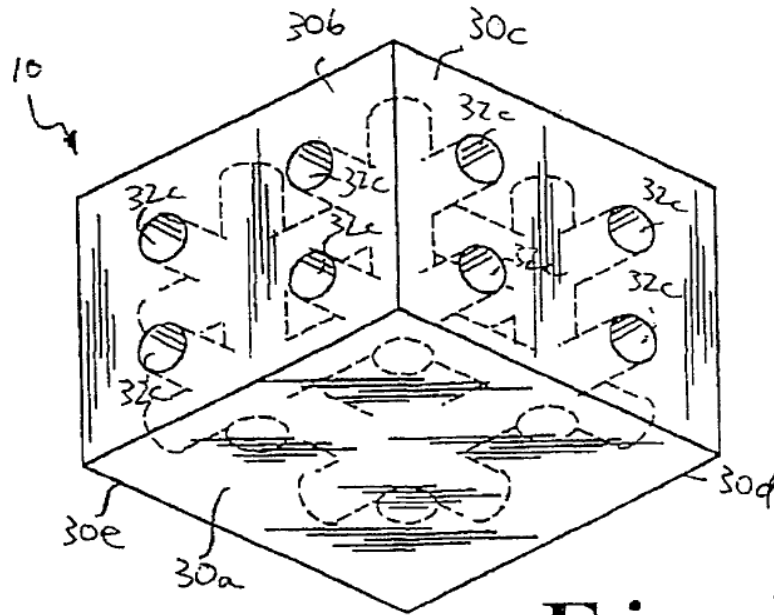


**Fig. 3**





**Fig. 6**



**Fig. 7**