

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 769**

51 Int. Cl.:

**H05K 7/20** (2006.01)

**H01J 7/24** (2006.01)

**H01J 17/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10166718 .6**

96 Fecha de presentación: **24.09.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **2242346**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.2010**

54 Título: **Dispositivo de visualización de cristal líquido que comprende un disipador de calor**

30 Prioridad:  
14.10.2003 US 685103  
12.05.2004 US 844537  
22.07.2004 US 897308

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.05.2012**

73 Titular/es:  
**GRAFTECH INTERNATIONAL HOLDINGS INC.  
12900 SNOW ROAD  
PARMA, OH 44130, US**

72 Inventor/es:  
**Clovesko, Timothy;  
Norley, Julian;  
Smalc, Martin David y  
Capp, Joseph Paul**

74 Agente/Representante:  
**Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 379 769 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de visualización de cristal líquido que comprende un disipador de calor.

**CAMPO TÉCNICO**

5 [0001] La presente invención se refiere a un difusor de calor que resulta útil para un dispositivo de visualización, como por ejemplo un panel de visualización de plasma (PDP, *plasma display panel*), un diodo emisor de luz (LED) y similares, y a los problemas térmicos singulares que causan estos dispositivos.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 [0002] Un panel de visualización de plasma es un aparato de visualización que contiene una pluralidad de células de descarga y está diseñado para mostrar una imagen mediante la aplicación de un voltaje a los electrodos [de las] células de descarga, haciendo así que la célula de descarga deseada emita luz. Se fabrica una unidad de panel, que constituye la parte principal del panel de visualización de plasma, mediante la unión de dos placas de base de vidrio de tal manera que una pluralidad de células de descarga quedan ubicadas entre las dos placas.

15 [0003] En un panel de visualización de plasma, cada una de las células de descarga que emite luz para la formación de imágenes genera calor, por lo que cada una constituye una fuente de calor, lo que provoca un incremento de la temperatura del panel de visualización de plasma en su conjunto. El calor generado en las células de descarga se transfiere al vidrio que forma las placas de base, pero la conducción del calor en direcciones paralelas a la cara del panel resulta difícil debido a las propiedades del material de la placa de base de vidrio.

20 [0004] Asimismo, la temperatura de una célula de descarga que ha sido activada para la emisión de luz se incrementa sustancialmente, mientras que la temperatura de una célula de descarga que no ha sido activada no asciende tanto. Por esta razón, la temperatura de la cara de panel del panel de visualización de plasma aumenta localmente en las áreas en las que se está generando una imagen. Además, una célula de descarga activada en los espectros de color blanco o más claro genera más calor que las activadas en los espectros de color negro o más oscuro. Por consiguiente, la temperatura de la cara del panel varía dependiendo de los colores generados en la creación de la imagen. Estas diferencias de temperatura localizadas pueden acelerar el deterioro térmico de las células de descarga afectadas, a menos que se tomen medidas para reducir las diferencias. Asimismo, cuando cambia la naturaleza de la imagen en el dispositivo de visualización, la ubicación de la generación de calor localizada cambia con la imagen.

25 [0005] Por otra parte, puesto que la diferencia de temperatura entre las células de descarga activadas y no activadas puede ser elevada, y la diferencia de temperatura entre las células de descarga que generan luz blanca y las que generan colores más oscuros también puede ser elevada, se aplica una tensión a la unidad de panel, lo que hace que los paneles de visualización de plasma convencionales tengan tendencia a sufrir grietas y roturas.

30 [0006] Cuando se incrementa el voltaje aplicado a los electrodos de las células de descarga, aumenta el brillo de las células de descarga, pero también aumenta la cantidad de calor generado en dichas células. Por lo tanto, las células que requieren grandes voltajes para su activación son más susceptibles de sufrir un deterioro térmico y suelen agravar el problema de roturas en la unidad de panel del panel de visualización de plasma. Los LED presentan problemas similares a los PDP por lo que respecta a la generación de calor. Los dispositivos de visualización diferentes a dispositivos de visualización emisores, como por ejemplo las pantallas de cristal líquido (LCD), pueden causar problemas similares, ya que los puntos calientes pueden limitar la eficacia o vida útil del dispositivo.

35 [0007] En la patente estadounidense nº 5.831.374 de Morita, Ichyanagi, Ikeda, Nishiki, Inoue, Komyoji y Kawashima se sugiere la utilización de la denominada "película de grafito de alta orientación" como material de interfaz térmico en los paneles de visualización de plasma con el fin de rellenar el espacio entre la parte trasera del panel y una unidad de disipación térmica y de nivelar las diferencias de temperatura locales. Sin embargo, no se hace mención en la misma del uso o de las ventajas distintivas de las láminas de grafito flexible. Asimismo, la patente estadounidense nº 6.482.520 otorgada a Tzeng describe el uso de láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado como difusores de calor (denominados en dicha patente interfaces térmicas) para una fuente de calor como, por ejemplo, un componente electrónico. De hecho, Advanced Energy Technology Inc., de Lakewood, Ohio, Estados Unidos de América, comercializa estos materiales bajo la denominación de clase de materiales eGraf® SpreaderShield.

40 [0008] Los grafitos se componen de planos de capas de matrices o redes hexagonales de átomos de carbono. Estos planos de capas de átomos de carbono dispuestos hexagonalmente son sustancialmente planos y están orientados u ordenados de manera sustancialmente paralela y equidistante entre sí. Las láminas o capas de átomos de carbono equidistantes, paralelas y sustancialmente planas, que normalmente se denominan capas de grafeno o 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. Cabe destacar que los grafitos poseen estructuras anisotrópicas y, por consiguiente, exhiben o poseen muchas propiedades altamente direccionales, como por ejemplo una conductividad térmica y eléctrica.

5 **[0009]** Brevemente, 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 o las direcciones perpendiculares a la dirección "c". Los grafitos apropiados para la fabricación de  
10 láminas de grafito flexible poseen un grado muy alto de orientación.

15 **[0010]** 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 naturales de tal manera que sea posible ampliar de forma apreciable el espaciado 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 o intumescida que retiene sustancialmente el carácter laminar de las capas de carbono.

20 **[0011]** Una escama de grafito (en inglés, *graphite flake*) que se ha expandido en gran medida y, más en concreto, que se ha expandido hasta alcanzar un grosor final o una dimensión de dirección "c" que es hasta 80 o más veces la dimensión de dirección "c" original, puede formarse sin el uso de un aglutinante en láminas cohesivas o integradas de grafito expandido, por ejemplo tejidos, papeles, tiras, cintas, láminas, esteras o similares (denominadas comúnmente "grafito flexible"). 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 hasta 80 veces o más la dimensión de dirección "c" original, formar láminas flexibles integradas por compresión, sin necesidad de utilizar ningún material aglutinante, gracias al acoplamiento o  
25 cohesión mecánicos que se consiguen entre las partículas de grafito expandidas en volumen.

30 **[0012]** Asimismo, se ha constatado 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, debido a la orientación de las partículas de grafito expandidas y de las capas de grafito expandidas sustancialmente paralelas a las caras opuestas de la lámina que son el resultado de una compresión elevada, por lo que resulta especialmente útil en las aplicaciones de difusión de calor. El material de lámina que se produce de esta manera posee una flexibilidad excelente, una buena resistencia y un elevado grado de orientación.

35 **[0013]** En resumen, 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 80 o más veces la de las partículas originales, con el fin de formar una lámina de grafito sustancialmente plana, flexible e integrada. 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. Se puede variar la densidad y el grosor del material de lámina mediante el control del grado de compresión. La densidad del material de lámina puede encontrarse dentro del  
40 rango comprendido entre aproximadamente  $0,04 \text{ g/cm}^3$  y aproximadamente  $2,0 \text{ g/cm}^3$ .

45 **[0014]** El material de lámina de grafito flexible exhibe un grado apreciable de anisotropía debido al alineamiento de partículas de grafito paralelamente a las superficies principales paralelas y opuestas de la lámina, y el grado de anisotropía aumenta cuando se comprime el material de lámina con el fin de incrementar la orientación. En el material de lámina anisotrópico comprimido, la dirección "c" comprende el grosor, es decir, la dirección perpendicular a las superficies de láminas paralelas y opuestas, y las direcciones "a" comprenden las direcciones a lo largo de la longitud y el ancho, es decir, a lo largo o paralelas a las superficies principales opuestas. Las propiedades térmicas y eléctricas de la lámina son muy diferentes, por varios órdenes de magnitud, para las direcciones "c" y "a".

50 **[0015]** Sin embargo, existe la preocupación en la industria electrónica en general de que el uso de materiales basados en grafito puede provocar la descamación de partículas de grafito, con el resultado de que las escamas puedan interferir mecánicamente (es decir, de la misma manera que las partículas de polvo) con la operación y el funcionamiento de equipos y, de manera más significativa, que debido a la naturaleza conductora del grafito, las escamas de grafito puedan interferir eléctricamente con la operación del dispositivo de visualización emisor. Aunque existe la opinión generalizada de que se ha demostrado que estas preocupaciones no tienen demasiado fundamento, estas aún  
55 persisten.

**[0016]** Asimismo, el uso de adhesivos para unir un difusor de calor de grafito a un dispositivo de visualización emisor puede a veces presentar inconvenientes. Más específicamente, en estos casos se necesitan nuevas operaciones (es

decir, la extracción y sustitución del difusor de calor) y la unión de adhesivos puede ser más fuerte que la integridad estructural de la lámina de grafito; en esta situación, la lámina de grafito no siempre puede ser levantada de forma limpia del panel sin utilizar raspadores u otras herramientas similares, lo que puede llevar mucho tiempo y dañar potencialmente a la lámina de grafito, el panel o ambos.

5

**[0017]** Por consiguiente, lo que se desea es un difusor de calor ligero y rentable para dispositivos de visualización emisores, especialmente uno que esté aislado para evitar la descamación de partículas de grafito y que pueda ser extraído eficazmente del dispositivo cuando así se requiera. El difusor deseado debería ser capaz de equilibrar las diferencias de temperatura en el área del dispositivo en contacto con el difusor para reducir de esta forma las tensiones térmicas a las que se vería expuesto, de lo contrario, el panel, y para poder funcionar con el fin de reducir los puntos calientes, incluso cuando las ubicaciones de los puntos calientes no se mantengan constantes.

10

**DIVULGACIÓN DE LA INVENCION**

15

**[0018]** Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un difusor de calor para un dispositivo de visualización, como por ejemplo un panel de visualización de plasma, un diodo emisor de luz o dispositivo de visualización de cristal líquido.

20

**[0019]** Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un material difusor de calor que pueda utilizarse en un dispositivo de visualización para reducir las diferencias de temperatura que se producen durante el uso.

**[0020]** Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un material difusor de calor a una fuente de calor, como por ejemplo una o más células de un panel de visualización de plasma, de manera que se reduzca la diferencia de temperatura entre cualesquiera dos ubicaciones en el panel, en comparación con otro panel que no posea el difusor de calor de la invención.

25

**[0021]** Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un material difusor de calor que pueda aplicarse a una fuente de calor o a un conjunto de fuentes de calor, como por ejemplo un panel de visualización de plasma o un diodo emisor de luz, y adherirse con un contacto térmico satisfactorio entre el difusor de calor y el dispositivo.

**[0022]** Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un material difusor de calor que esté aislado con el fin de prevenir o reducir la posibilidad de descamación de partículas de grafito.

30

**[0023]** Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un difusor de calor que pueda adherirse y extraerse de una fuente de calor con un daño mínimo al difusor o a la fuente.

**[0024]** Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un difusor de calor que pueda producirse en un volumen suficiente y a un precio económico.

35

**[0025]** Se podrán alcanzar estos objetivos, así como otros que resultarán evidentes a los expertos en este campo al leer la descripción que se presenta a continuación, mediante el suministro de un difusor de calor para un dispositivo de visualización. El difusor de calor comprende al menos una lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado que posee un área de superficie mayor que el área de superficie de esa parte del dispositivo, como por ejemplo una célula de descarga, frente a la superficie trasera del dispositivo. El dispositivo de visualización puede ser un dispositivo de visualización emisor, como por ejemplo un panel de visualización de plasma o un panel de diodos emisores de luz, u otro tipo de dispositivos de visualización, como por ejemplo un dispositivo de visualización de cristal líquido. Se prefiere que al menos una lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado posea un área de superficie mayor que el área de superficie de la parte de la pluralidad de células de descarga frente a la superficie trasera del dispositivo. De forma ventajosa, el difusor de calor es un laminado que comprende una pluralidad de láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado y posee un revestimiento protector sobre el mismo para prevenir la descamación de partículas de grafito del mismo. En una realización preferida, la superficie del difusor de calor posee una lámina de revestimiento, como por ejemplo una lámina de aluminio o cobre, con el fin de sellar adicionalmente el difusor de calor y facilitar las tareas de reprocesamiento.

40

45

50

**[0026]** En una realización preferida, el difusor de calor posee un adhesivo sobre el mismo y un material de desprendimiento ubicado de tal manera que el adhesivo queda posicionado entre el difusor de calor y el material de desprendimiento. El material de desprendimiento y el adhesivo están seleccionados para permitir una velocidad de desprendimiento predeterminada del material de desprendimiento sin causar daños no deseados al difusor de calor. De hecho, el adhesivo y el material de desprendimiento proporcionan una carga de desprendimiento media no superior a aproximadamente 40 g/cm a una velocidad de desprendimiento de 1 m/s, y preferiblemente no superior a aproximadamente 10 g/cm a una velocidad de desprendimiento de 1 m/s.

55

5 [0027] Adicionalmente, el adhesivo consigue preferentemente una resistencia mínima al cizallamiento del solapado (en inglés, *lap shear*) de al menos aproximadamente 125 g/cm<sup>2</sup>, más preferentemente una resistencia media mínima al cizallamiento del solapado de al menos aproximadamente 700 g/cm<sup>2</sup>. El adhesivo debería tener como consecuencia un incremento en la resistencia térmica a través del grosor del material del adhesivo/difusor de calor no superior a aproximadamente un 35%, en comparación con el material del propio difusor de calor. El grosor del adhesivo no debería ser superior a aproximadamente 0,015 mm, y preferentemente no superior a aproximadamente 0,005 mm.

10 [0028] Se sobreentenderá que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada que se presenta a continuación representan realizaciones de la invención y tienen como objetivo suministrar una visión general o marco de comprensión de la naturaleza y el carácter de la invención, tal y como se presenta en las reivindicaciones. Se han incluido los dibujos adjuntos para proporcionar una comprensión adicional de la invención. Dichos dibujos se incorporan a la especificación y constituyen una parte de la misma. Asimismo, los dibujos ilustran diferentes modalidades de la invención y, junto con la descripción, tienen como objetivo describir los principios y funcionamientos de la invención.

15 [0029] La Figura 1 es una vista superior, parcialmente seccionada, de una realización del difusor de calor de la invención.

[0030] La Figura 2 es una vista superior, parcialmente seccionada, de otra realización del difusor de calor de la invención.

20 [0031] La Figura 3 es una vista de planta lateral de otra realización adicional del difusor de calor de la invención.

[0032] En la Figura 4 se muestra un sistema para la producción continua de láminas de grafito flexible impregnadas de resina.

#### **MÉTODO ÓPTIMO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCÓN**

25 [0033] 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 obtener materiales básicos, como por ejemplo las láminas flexibles de grafito mencionadas anteriormente, típicamente se tratan partículas de grafito, por ejemplo escamas de grafito natural, con un agente intercalante de, por ejemplo, una solución de ácido sulfúrico y nítrico, de forma que la estructura de cristal del grafito reacciona para formar un compuesto del grafito y del agente intercalante. Las partículas tratadas de grafito se denominarán en lo sucesivo "partículas de grafito intercalado". Al exponerse a altas temperaturas, el agente intercalante dentro del grafito se descompone y volatiliza, haciendo que las partículas de grafito intercalado aumenten sus dimensiones aproximadamente 80 o más veces 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 expandido (que también se denomina exfoliado) son de apariencia vermiforme, y por tanto se las conoce comúnmente por el nombre de gusanos. Estos 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 y a las que se puede dotar de pequeñas aberturas transversales mediante un impacto mecánico de deformación.

30 [0034] Los materiales de partida de grafito para las láminas flexibles apropiados para su uso en la presente invención incluyen materiales carbonáceos altamente grafiticos capaces de intercalar ácidos orgánicos e inorgánicos, además de halógenos, y que después se expanden al ser expuestos al calor. Estos materiales carbonáceos altamente grafiticos preferentemente poseen un grado de grafitación de aproximadamente 1,0. Tal y como se utiliza en esta divulgación, el término "grado de grafitación" se refiere al valor "g", de acuerdo con la fórmula:

$$g = \frac{3,45 - d(002)}{0,095}$$

$$0,095$$

45 en la que d(002) representa el espacio entre las capas grafiticas de los carbonos en la estructura de cristal medido en unidades ángstrom. El espacio "d" entre las capas de grafito se mide mediante técnicas de difracción estándar de rayos X. Se miden las posiciones de los picos de difracción correspondientes a los Índices de Miller (002), (004) y (006), y se utilizan técnicas estándar de mínimos cuadrados para derivar espacios que reduzcan al mínimo el error total para todos estos picos. Entre los ejemplos de materiales carbonáceos altamente grafiticos figuran grafitos naturales de diferentes fuentes, así como otros materiales carbonáceos, como por ejemplo el grafito preparado por deposición química en fase vapor, la pirólisis de polímeros de alta temperatura o la cristalización de soluciones de metal fundido y productos similares. El grafito natural es el que más se prefiere.

50 [0035] Los materiales de partida de grafito para las láminas flexibles utilizados en la presente invención pueden contener componentes que no son de grafito, siempre y cuando la estructura de cristal de los materiales de partida mantenga el grado necesario de grafitación y éstos puedan ser exfoliados. En general, cualquier material que contenga

carbono, y cuya estructura de cristal posea el grado necesario de grafitación y pueda ser exfoliado, resulta apropiado para su uso con la presente invención. Este grafito posee preferentemente un contenido de cenizas inferior a un 20% por peso. Se prefiere aún más que el grafito utilizado en la presente invención posea una pureza de al menos aproximadamente 94%. En la realización más preferida, el grafito utilizado tendrá una pureza de al menos aproximadamente 98%.

**[0036]** Shane *et ál.*, en la patente estadounidense nº 3.404.061, describen un método común para la fabricación de láminas de grafito, cuya divulgación se incorpora al presente como referencia. En la práctica típica del método de Shane *et ál.* se intercalan las escamas de grafito natural mediante la dispersión de las escamas en una solución que contiene, por ejemplo, una mezcla de ácido nítrico y sulfúrico, ventajosamente a un nivel de aproximadamente 20 a aproximadamente 300 partes por peso de 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 aquéllos 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. Alternativamente, se puede utilizar un potencial eléctrico para producir la oxidación del grafito. Entre las especies químicas que se pueden introducir en el cristal de grafito utilizando oxidación electrolítica figuran el ácido sulfúrico y otros ácidos.

**[0037]** 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 yódico o periódicos y similares. Aunque no se prefiere tanto, la solución de intercalación puede contener haluros de metal, como por ejemplo cloruro férrico y cloruro férrico 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.

**[0038]** La cantidad de la solución de intercalación puede oscilar entre aproximadamente 20 y aproximadamente 350 partes por cien, y más típicamente entre aproximadamente 40 y aproximadamente 160 partes por cien. Después de que se intercalan las escamas, se drena el exceso de solución de las escamas y se lavan las mismas con agua.

**[0039]** Alternativamente, la cantidad de la solución de intercalación puede estar limitada a entre aproximadamente 10 y aproximadamente 40 partes por cien, lo que permite eliminar la fase de lavado, tal y como se divulga y describe en la patente estadounidense nº 4.895.713, cuya divulgación se incorpora al presente como referencia.

**[0040]** Las partículas de escama de grafito tratadas con solución de intercalación pueden ser contactadas opcionalmente, por ejemplo al mezclar, con un agente orgánico reductor seleccionado de entre alcoholes, azúcares, aldehídos y ésteres que son reactivos con la película de superficie de la solución oxidante de intercalación a temperaturas dentro del rango comprendido entre 25 °C y 125 °C. Entre los agentes orgánicos específicos apropiados figuran el hexadecanol, el octadecanol, el 1-octanol, el 2-octanol, el alcohol decílico, el 1,10 decanodiol, el aldehído decílico, el 1-propanol, el 1,3 propanodiol, el etilenglicol, el polipropilenglicol, la dextrosa, la fructosa, la lactosa, la sacarosa, la fécula de patata, el monoestearato de etilenglicol, el dibenzoato de dietilenoglicol, el monoestearato de propilenglicol, el monoestearato de glicerol, el oxilato de dimetil, el oxilato de dietil, el formiato metílico, el formiato de etilo, el ácido ascórbico y los compuestos derivados de lignina, como por ejemplo el lignosulfato de sodio. De manera apropiada, la cantidad de agente reductor orgánico es aproximadamente de entre un 0,5% y un 4% por peso de las partículas de escama de grafito.

**[0041]** El uso de un coadyuvante de expansión que se aplica antes, durante o inmediatamente después de la intercalación también puede proporcionar mejoras. Entre estas mejoras pueden figurar la reducción de la temperatura de exfoliación y el incremento del volumen expandido (también denominado "volumen de gusano"). Un coadyuvante de expansión en este contexto será, de manera ventajosa, un material orgánico suficientemente soluble en la solución de intercalación para conseguir una mejora en la expansión. De manera más precisa, se pueden utilizar los materiales orgánicos de este tipo que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, preferentemente de forma exclusiva. Se ha constatado que los ácidos carboxílicos son especialmente eficaces. Se puede seleccionar un ácido carboxílico apropiado que resulte útil como coadyuvante de expansión entre los ácidos monocarboxílicos, ácidos dicarboxílicos y ácidos policarboxílicos aromáticos, alifáticos o cicloalifáticos, de cadena recta o cadena ramificada, saturados y no saturados y que posean al menos 1 átomo de carbono, y preferiblemente hasta aproximadamente 15 átomos de carbono, que sea soluble en la solución de intercalación en cantidades eficaces para proporcionar una mejora mensurable de uno o más aspectos de la exfoliación. También se pueden utilizar solventes orgánicos apropiados para mejorar la solubilidad de un coadyuvante de expansión orgánico en la solución de intercalación.

**[0042]** Entre los ejemplos representativos de ácidos carboxílicos alifáticos saturados figuran ácidos como los de la fórmula  $H(CH_2)_nCOOH$ , en la que "n" es un número comprendido entre 0 y aproximadamente 5, incluidos los ácidos fórmico, acético, propiónico, butírico, pentanoico, hexanoico y similares. También se pueden utilizar, en lugar de ácidos carboxílicos, los ácidos anhídridos o derivados de ácido carboxílico reactivo, como por ejemplo los ésteres de alquilo. El

formiato metílico y el formiato de etilo son representantes de ésteres de alquilo. El ácido sulfúrico, el ácido nítrico y otros agentes intercalantes acuosos conocidos poseen la capacidad de descomponer el ácido fórmico, en última instancia a agua y dióxido de carbono. Por esta razón, se ponen en contacto el ácido fórmico y otros coadyuvantes de expansión sensibles de forma ventajosa con la escama de grafito antes de la inmersión de la escama en el agente intercalante acuoso. Los ácidos dicarboxílicos alifáticos con 2-12 átomos de carbono, en particular el ácido oxálico, el ácido fumárico, el ácido malónico, el ácido maleico, el ácido succínico, el ácido glutárico, el ácido adípico, el ácido 1,5 pentanodicarboxílico, el ácido 1,6 hexanodicarboxílico, el ácido 1,10 decanodicarboxílico, el ácido ciclohexano 1,4 dicarboxílico y los ácidos dicarboxílicos aromáticos como el ácido ftálico o el ácido tereftálico son representantes de ácidos dicarboxílicos. El oxilato de dimetil y el oxilato de dietil son representantes de los ésteres alquilo. El ácido ciclohexano carboxílico es representante de ácidos cicloalifáticos y el ácido benzoico, el ácido naftoico, el ácido antranílico, el ácido p-aminobenzoico, el ácido salicílico, los ácidos o-, m- y p-tolilos, los ácidos metoxi y etoxibenzoicos, los ácidos acetoacetamidobenzoicos y los ácidos acetamidobenzoicos, el ácido fenilacético y los ácidos naftoicos son representantes de los ácidos carboxílicos aromáticos. El ácido hidrozibenzoico, el ácido 3-hidroxi-1-naftoico, el ácido 3-hidroxi-2-naftoico, el ácido 4-hidroxi-2-naftoico, el ácido 5-hidroxi-1-naftoico, el ácido 5-hidroxi-2-naftoico, el ácido 6-hidroxi-2-naftoico y el ácido 7-hidroxi-2-naftoico son representantes de los ácidos aromáticos hidroxilo. Entre los ácidos policarboxílicos destaca el ácido cítrico.

**[0043]** La solución de intercalación será acuosa y preferentemente contendrá una cantidad de coadyuvante de expansión comprendida entre aproximadamente un 1% y un 10%, la cantidad que resulta efectiva para mejorar el proceso de exfoliación. En la realización en la que el coadyuvante de expansión entra en contacto con la escama de grafito antes o después de la inmersión en la solución de intercalación acuosa, se puede mezclar el coadyuvante de expansión con el grafito utilizando medios apropiados, como por ejemplo una mezcladora tipo "V", normalmente en una cantidad comprendida entre aproximadamente 0,2% y aproximadamente 10% por peso de la escama de grafito.

**[0044]** Después de intercalar la escama de grafito, y tras la mezcla de la escama de grafito intercalada con el agente reductor orgánico, se expone la mezcla a temperaturas dentro del rango comprendido entre 25 °C y 125 °C para promover la reacción del agente reductor y la escama de grafito intercalada. El periodo de calentamiento tiene una duración de hasta unas 20 horas, con periodos de calentamiento más cortos, por ejemplo de al menos unos 10 minutos, para temperaturas más altas dentro del rango mencionado anteriormente. Se pueden utilizar periodos de media hora o menos, por ejemplo, dentro del rango comprendido entre 10 y 25 minutos, a las temperaturas más altas.

**[0045]** Los métodos descritos anteriormente para la intercalación y exfoliación de las escamas de grafito pueden ser aumentados de forma beneficiosa mediante un tratamiento previo de la escama de grafito a temperaturas de grafitación, es decir, a temperaturas dentro del rango comprendido entre aproximadamente 3000 °C y temperaturas superiores, y mediante la inclusión en el agente intercalante de un aditivo de lubricación.

**[0046]** El tratamiento previo, o recocido, de la escama de grafito tiene como resultado una expansión incrementada significativamente (es decir, un incremento en el volumen de expansión de hasta un 300% o superior) cuando se somete la escama posteriormente a una intercalación y exfoliación. De hecho, es preferible que el incremento en expansión sea de al menos aproximadamente un 50%, comparado con un proceso similar que no cuenta con la fase de recocido. Las temperaturas utilizadas para la fase de recocido no deberían encontrarse significativamente por debajo de los 3.000 °C, ya que las temperaturas que sean incluso solamente 100 °C más bajas producen una expansión sustancialmente reducida.

**[0047]** El recocido de la presente invención se realiza durante un periodo de tiempo suficiente para que tenga como resultado una escama con un grado mejorado de expansión cuando se produce la intercalación y exfoliación posterior. Normalmente el tiempo requerido es de 1 hora o más, preferentemente de 1 a 3 horas, y procederá de forma ventajosa en un entorno inerte. Para obtener máximos beneficios, la escama de grafito recocida también se someterá a otros procesos conocidos en este campo con el fin de mejorar la expansión de grado, es decir, la intercalación en presencia de un agente reductor orgánico, un coadyuvante de intercalación como por ejemplo un ácido orgánico, y un lavado surfactante que tiene lugar después de la intercalación. Asimismo, para obtener un beneficio máximo puede repetirse la fase de intercalación.

**[0048]** Es posible realizar la fase de recocido de la presente invención en un horno de inducción o en otro aparato que sea conocido y apreciado en el campo de la grafitación; las temperaturas que se utilizan aquí, en el rango de los 3.000 °C, se encuentran en el extremo superior del rango que se produce en los procesos de grafitación.

**[0049]** Se ha observado que los gusanos producidos usando el grafito sometido al recocido de preintercalación en ocasiones pueden aglutinarse, lo que puede tener un impacto negativo en la uniformidad de peso del área, por lo que resulta muy recomendable un aditivo que contribuya a la formación de gusanos de "flujo libre". El añadido de un aditivo de lubricación a la solución de intercalación facilita la distribución más uniforme de los gusanos a través del lecho de un aparato de compresión, como por ejemplo el lecho de una estación de calandrado que se utiliza tradicionalmente para comprimir (o "calandrar") los gusanos de grafito en láminas de grafito flexible. Las láminas resultantes poseen, por consiguiente, una mayor uniformidad de peso de área y una mayor resistencia a la tracción, aun cuando las partículas de grafito de partida son más pequeñas que las que se usan convencionalmente. El aditivo de lubricación es preferentemente un hidrocarburo de cadena larga. También se pueden utilizar otros compuestos orgánicos con grupos

de hidrocarburos de cadena larga, incluso si otros grupos funcionales se encuentran presentes.

**[0050]** Se prefiere que el aditivo de lubricación sea un aceite, resultando idóneo un aceite mineral, especialmente si se tiene en cuenta el hecho de que los aceites minerales poseen una tendencia menor al enranciamiento y a generar olores, lo que puede ser un factor importante de cara a un almacenamiento a largo plazo. Cabe destacar que algunos de los coadyuvantes de expansión mencionados anteriormente también satisfacen la definición de un aditivo de lubricación. Cuando se utilizan estos materiales como coadyuvantes de expansión, puede que no sea necesario incluir un aditivo de lubricación independiente en el agente intercalante.

**[0051]** El aditivo de lubricación se encuentra presente en el agente intercalante en una cantidad de al menos aproximadamente 1,4 partes por cien, prefiriéndose al menos aproximadamente 1,8 partes por cien. Aunque el límite superior de la inclusión del aditivo de lubricación no resulta tan crítico como el límite inferior, no parece existir ninguna ventaja adicional significativa en la inclusión del aditivo de lubricación a un nivel superior a aproximadamente 4 partes por cien.

**[0052]** Las partículas de grafito tratadas de esta manera a veces se denominan “partículas de grafito intercalado”. Al exponerse a temperaturas elevadas, por ejemplo a temperaturas de al menos aproximadamente 160 °C y especialmente de aproximadamente 700 °C a 1.000 °C y superiores, las partículas de grafito intercalado se expanden entre aproximadamente 80 y 1.000 o más veces con respecto a su volumen original, de manera similar a un acordeón, en la dirección “c”, es decir, en la dirección perpendicular a los planos cristalinos de las partículas constituyentes de grafito. Las partículas expandidas (es decir, exfoliadas) de grafito son de apariencia vermiforme y, por consiguiente, se conocen comúnmente por el nombre de “gusanos”. Los gusanos pueden estar moldeados por compresión conjuntamente en láminas flexibles con pequeñas aberturas transversales a las que, a diferencia de las escamas de grafito originales, se les puede dar forma y cortar para adoptar diferentes figuras, tal y como se describirá más adelante.

**[0053]** Alternativamente, las láminas de grafito flexible de la presente invención pueden utilizar partículas de láminas de grafito flexible re trituradas en vez de gusanos expandidos recientemente. Las láminas pueden ser un material de lámina recién formado, un material de lámina reciclado, un material de lámina de desecho o proceder de cualquier otra fuente apropiada.

**[0054]** Asimismo, los procesos de la presente invención pueden utilizar una mezcla de materiales vírgenes y materiales reciclados, o ser totalmente de materiales reciclados.

**[0055]** El material de origen para los materiales reciclados puede ser láminas o partes recortadas de láminas que han sido moldeadas a compresión, como se ha descrito anteriormente, o láminas que han sido comprimidas con, por ejemplo, rodillos de precalandrado. Asimismo, el material de origen puede ser láminas o partes recortadas de láminas que se han impregnado de resina, pero que aún no se han curado, o láminas o partes recortadas de láminas que han sido impregnadas de resina y curadas. El material de origen también puede consistir en componentes de celda de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) de grafito flexible reciclado, como por ejemplo placas de campo de flujo o electrodos. Se puede utilizar cada una de las diferentes fuentes de grafito tal como es o se puede mezclar con escamas de grafito natural.

**[0056]** Una vez que está disponible el material de origen de las láminas de grafito flexible, se puede triturar mediante procesos o dispositivos conocidos –como por ejemplo un molino de chorro, un molino de aire, una mezcladora, etc.– para producir partículas. Preferentemente, una mayoría de las partículas poseen un diámetro suficiente para atravesar una malla de 0.841mm (20 U.S. mesh); se prefiere más que una parte considerable (superior a aproximadamente el 20%, y más preferentemente superior a aproximadamente el 50%) no pueda atravesar un tamaño de malla de 0.177 mm (80 U.S. mesh). Idóneamente, las partículas tienen un tamaño de partícula no superior a aproximadamente una malla de 0.841mm (20 U.S. mesh).

**[0057]** Se puede elegir el tamaño de las partículas trituradas para equilibrar la maquinabilidad y formabilidad del artículo de grafito con las características térmicas deseadas. Por consiguiente, las partículas más pequeñas tendrán como resultado un artículo de grafito que resulta más fácil de maquinar y/o formar, mientras que las partículas más grandes tendrán como resultado un artículo de grafito que posee una anisotropía mayor y, por lo tanto, una mayor conductividad térmica y eléctrica en el plano.

**[0058]** Una vez que se ha triturado el material de origen y se ha eliminado cualquier resina, se procede a continuación a su reexpansión. Esta reexpansión puede producirse sirviéndose del proceso de intercalación y exfoliación descrito anteriormente, así como aquéllos descritos en la patente estadounidense nº 3.404.061 otorgada a Shane *et ál.* y en la patente estadounidense nº 4.895.713 otorgada a Greinke *et ál.*

**[0059]** Normalmente, tras la intercalación las partículas se exfolian mediante el calentamiento de las partículas

intercaladas en un horno. Durante esta fase de exfoliación, las escamas de grafito naturales intercaladas pueden añadirse a las partículas intercaladas recicladas. Preferentemente, durante la fase de reexpansión las partículas se expanden hasta alcanzar un volumen específico dentro de un rango comprendido entre al menos unos 100 cm<sup>3</sup>/g y hasta unos 350 cm<sup>3</sup>/g o más. Por último, después de la fase de reexpansión, las partículas reexpandidas pueden comprimirse en láminas flexibles, como se describe más adelante.

**[0060]** Las láminas y hojas de grafito flexible poseen cohesión, con una buena fuerza de manipulación, y están adecuadamente comprimidas, por ejemplo mediante un moldeado por compresión, con un grosor de aproximadamente 0,025 mm a 3,75 mm y una densidad típica de aproximadamente 0,1 a 1,5 gramos por centímetro cúbico (g/cm<sup>3</sup>). Aunque no siempre se prefiere, la lámina de grafito flexible también puede a veces ser tratada ventajosamente con resina, y la resina absorbida, después de su curado, mejora la resistencia a la humedad y la resistencia a la manipulación –es decir, la rigidez– de la lámina de grafito flexible, además de “fijar” la morfología de la lámina. Cuando se utiliza, un contenido de resina apropiado es preferentemente de al menos aproximadamente un 5% por peso, se prefiere aún más que sea de aproximadamente un 10-35% por peso, y resulta apropiado que sea hasta de aproximadamente un 60% por peso. Las resinas que resultan especialmente útiles en la realización de la presente invención incluyen los sistemas de resina basados en acrílico y en resinas epoxi y fenólicas, o en mezclas de las mismas. Entre los sistemas de resina epoxi apropiados figuran los basados en éter diglicídico o bisfenol A (DGEBA) y otros sistemas de resina multifuncionales; las resinas fenólicas que se pueden utilizar incluyen las de resol y novolac.

**[0061]** Por lo que respecta a la Figura 4, en la misma se muestra un sistema para la producción continua de láminas de grafito flexible impregnadas de resina, en el que se cargan las escamas de grafito y un agente intercalante líquido en un reactor (104). Más en particular, se proporciona un recipiente (101) cuyo objetivo es contener un agente intercalante líquido. El recipiente (101), fabricado apropiadamente de acero inoxidable, puede ser rellenado continuamente con líquido intercalante por medio de un conducto (106). El recipiente (102) contiene escamas de grafito que, junto con los agentes intercalantes procedentes del recipiente (101), se introducen en el reactor (104). Las velocidades respectivas de entrada en el reactor (104) del agente intercalante y de la escama de grafito son controladas, por ejemplo mediante válvulas (108 y 107). Se puede rellenar continuamente el recipiente (102) de escama de grafito por medio de un conducto (109). Asimismo, se pueden añadir aditivos, como potenciadores de intercalado, por ejemplo una pequeña cantidad de ácido, y productos químicos orgánicos por medio de un dispensador (110) dosificado en su salida por una válvula (111).

**[0062]** Las partículas de grafito intercalado resultantes quedan empapadas y revestidas de ácido, y son transportadas (por ejemplo, a través del conducto (112)) a un depósito de lavado (114), donde son lavadas de forma ventajosa con agua que entra y sale del depósito de lavado (114) por los puntos (116) y (118). A continuación se pasan las escamas de grafito intercalado lavadas a una cámara de secado (122) a través de un conducto (120). Desde el recipiente (119) se pueden añadir aditivos como tampones, antioxidantes y productos químicos de reducción de la contaminación al flujo de escamas de grafito intercalado con el fin de modificar la química de superficie del material exfoliado durante la expansión y utilizar y modificar las emisiones de gases que causan la expansión.

**[0063]** Se secan las escamas de grafito intercalado en el secador (122), preferentemente a temperaturas de entre aproximadamente 75 °C y aproximadamente 150 °C, y generalmente evitando cualquier intumescencia o expansión de las escamas de grafito intercalado. Después del secado, se suministran las escamas de grafito intercalado en forma de flujo a una llama (200), por ejemplo al suministrarlas continuamente al recipiente colector (124) por medio de un conducto (126) y después suministrarlas en forma de flujo a la llama (200) en el recipiente de expansión (128), como se muestra en (2). Aditivos como partículas de fibra cerámica compuestas de fibras de vidrio de cuarzo maceradas, fibras de grafito y carbono, fibras de zircona, 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 pueden añadirse desde el recipiente (129) al flujo de partículas de grafito intercalado impulsadas por un efecto de arrastre en un gas no reactivo que se introduce por (127).

**[0064]** Las partículas de grafito intercalado (2), al pasar a través de la llama (200) en la cámara de expansión (201), se expanden más de 80 veces en la dirección “c” y asumen una forma expandida en forma de “gusano” (5); los aditivos introducidos desde (129) y mezclados con el flujo de partículas de grafito intercalado sustancialmente no se ven afectados por el paso a través de la llama (200). Las partículas de grafito expandidas (5) pueden pasar a través de un separador por gravedad (130) en el que se separan las partículas minerales naturales de ceniza pesada de las partículas de grafito expandidas, y después pasan a una tolva de parte superior ancha (132). Cuando no es necesario, se puede evitar pasar por el separador (130).

**[0065]** Las partículas de grafito expandidas (es decir, exfoliadas) (5) caen libremente en la tolva (132) junto con cualquier aditivo, se dispersan al azar y pasan a la estación de compresión (136), como por ejemplo a través de una cubeta (134). La estación de compresión (136) comprende cintas móviles porosas opuestas y convergentes (157 y 158)

espaciadas para recibir las partículas de grafito expandidas y exfoliadas (5). Debido al espacio decreciente entre las cintas móviles opuestas (157 y 158), las partículas de grafito expandidas y exfoliadas son comprimidas en una estera de grafito flexible, que se indica en (148) y que posee un grosor de entre aproximadamente 25,4 mm y 0,075 mm, especialmente entre aproximadamente 25,4 mm y 2,5 mm, y una densidad de entre aproximadamente 0,08 y 2,0 g/cm<sup>3</sup>. Se puede utilizar un depurador de gases (149) para eliminar y limpiar los gases que emanan de la cámara de expansión (201) y la tolva (132).

**[0066]** La estera (148) pasa a través del recipiente (150) y es impregnada de resina líquida procedente de boquillas pulverizadoras (138), y la resina es “arrastrada por la estera” de forma ventajosa por medio de una cámara de vacío (139). A continuación, la resina se seca preferiblemente en el secador (160), reduciendo la pegajosidad de la resina, y la estera impregnada de resina (143) se densifica después en una lámina de grafito flexible comprimida por rodillo (147) en un molino de calandrado (170). Preferentemente, los gases y humos del recipiente (150) y del secador (160) son recogidos y limpiados en el depurador (165).

**[0067]** Después de la densificación, se cura al menos parcialmente la resina contenida en la lámina de grafito flexible (147) en un horno de curación (180). Alternativamente, también es posible realizar un curado parcial antes de la densificación, aunque se prefiere el curado posterior a la densificación.

**[0068]** No obstante, en una realización de la invención la lámina de grafito flexible no está impregnada de resina, en cuyo caso pueden eliminarse el recipiente (150), el secador (160) y el horno de curación (180).

**[0069]** En la actualidad se están produciendo paneles de visualización de plasma en tamaños de un metro y superiores (medidos desde una esquina hasta la otra). Por consiguiente, también es necesario que los difusores de calor utilizados para enfriar y reducir los efectos de los puntos calientes en dichos paneles sean relativamente grandes, del orden de aproximadamente 270 mm por aproximadamente 500 mm, o del tamaño de aproximadamente 800 mm por 500 mm, o incluso mayores. En un panel de visualización de plasma, como se ha mencionado anteriormente, se encuentran presentes miles de células que contienen cada una un gas de plasma. Cuando se aplica un voltaje a cada célula, el gas de plasma reacciona con los fósforos en cada célula para producir luz coloreada. Puesto que se requiere una cantidad de energía significativa para ionizar el gas con el fin de producir el plasma, el dispositivo de visualización de plasma puede llegar a calentarse mucho. Asimismo, dependiendo del color de una zona específica del panel, se pueden crear puntos calientes en la pantalla, lo que puede tener como consecuencia una degradación prematura de los fósforos, que a su vez reducirá la vida de la pantalla y causará tensiones térmicas en el propio panel. Por consiguiente, se requiere un difusor de calor para reducir los efectos de estos puntos calientes.

**[0070]** Se ha llegado a la conclusión de que las láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado, especialmente los laminados de partículas comprimidas de grafito exfoliado, resultan especialmente útiles como difusores de calor para los paneles de visualización de plasma. Más en concreto, una o más láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado –que en el presente se denominan láminas de grafito flexible– se colocan en contacto térmico con la parte trasera de un panel de visualización de plasma, de manera que la lámina de grafito flexible queda superpuesta a una pluralidad de fuentes de calor (es decir, células de descarga) en el panel. En otras palabras, el área de superficie de la lámina de grafito flexible es mayor que el área de superficie de una célula de descarga en la parte trasera del panel de visualización de plasma; de hecho, el área de superficie de la lámina de grafito flexible es mayor que el área de superficie de una pluralidad de células de descarga en la parte trasera del panel de visualización de plasma. Por lo tanto, debido a la naturaleza del material de grafito flexible a partir del cual se forma el difusor de calor de la invención, se esparcirá el calor desde los puntos calientes que pueden aparecer en diferentes ubicaciones en el panel de visualización de plasma a medida que el panel va cambiando las imágenes que muestra.

**[0071]** Debido a la naturaleza de los materiales de lámina de grafito flexible, al ser más conformables que otros materiales (incluso otras formas de grafito), se reduce la resistencia de contacto entre el difusor de calor y el panel de visualización de plasma y se puede obtener un mejor contacto térmico que cuando se utilizan otros difusores de calor del estado de la técnica con presiones de aplicación equivalentes.

**[0072]** El difusor de calor de lámina de grafito flexible de la presente invención actúa para reducir la diferencia de calor (es decir,  $\Delta T$ ) entre diferentes ubicaciones en el panel de visualización de plasma. En otras palabras, se reduce la diferencia de temperatura entre un punto caliente en el panel –como por ejemplo una ubicación donde se crea una imagen blanca– y una ubicación adyacente donde se crea una imagen más oscura, mediante el uso de los difusores de calor de grafito flexible de la invención, en comparación con  $\Delta T$  que se produciría si la lámina de grafito flexible no hubiera estado presente. Por lo tanto, de esta forma se reducen las tensiones térmicas a las que hubiera estado expuesto el panel de visualización de plasma, aumentando así la vida y eficacia del panel. Es más, puesto que se reducen los puntos calientes (es decir, los picos térmicos), se puede operar toda la unidad a una temperatura más alta, lo que tiene como consecuencia una mejora en la calidad de las imágenes.

**[0073]** En la práctica, puede resultar ventajoso fabricar los difusores de calor de grafito con una capa de adhesivo sobre los mismos para adherir el difusor de calor al panel de visualización de plasma, especialmente durante el proceso de ensamblaje del panel de visualización de plasma. Será necesario utilizar un soporte de desprendimiento que recubre el adhesivo, con el adhesivo colocado entre el soporte de desprendimiento y la lámina de grafito, para así permitir el

almacenaje y transporte del difusor de calor de grafito antes de su adhesión al panel de visualización de plasma.

**[0074]** El uso de una lámina de grafito revestida de adhesivo (o un laminado compuesto de varias láminas) con un soporte de desprendimiento exige una serie de requisitos que deben satisfacerse si se desea que resulten prácticos en un proceso de fabricación de paneles de visualización de plasma de alto volumen. Más en concreto, es necesario poder desprender el soporte de desprendimiento de la lámina a una velocidad elevada sin provocar la delaminación del grafito. La delaminación se produce cuando el soporte de desprendimiento tira del adhesivo y arranca parte del grafito de la lámina al ser desprendido, provocando así una pérdida de grafito, una degradación de la propia lámina de grafito y la disminución del adhesivo que se necesita para adherir la lámina de grafito al panel de visualización de plasma, además de proporcionar una apariencia antiestética y poco atractiva.

**[0075]** Sin embargo, aunque se deberían seleccionar el adhesivo y el soporte de desprendimiento para permitir el desprendimiento de dicha capa del adhesivo/lámina de grafito sin producir una delaminación del grafito, el adhesivo debe ser lo suficientemente fuerte como para mantener la lámina de grafito en su sitio en el panel de visualización de plasma mientras el panel adopta cualquier orientación dentro de una determinada gama y para garantizar un contacto térmico satisfactorio entre el difusor o difusores de calor y el dispositivo.

**[0076]** Asimismo, el adhesivo no debe causar una disminución significativa del rendimiento térmico del difusor de calor. En otras palabras, un adhesivo aplicado en una capa de grosor sustancial puede interferir con el rendimiento térmico del difusor de calor, ya que el adhesivo podría interferir con la conducción de calor desde el panel de visualización de plasma u otro dispositivo de visualización al difusor de calor.

**[0077]** Por consiguiente, la combinación de adhesivo y soporte de desprendimiento debe alcanzar un equilibrio, de tal manera que proporcione una carga de desprendimiento no superior a aproximadamente 40 g/cm, prefiriéndose que no sea superior a aproximadamente 20 g/cm y de forma idónea no superior a aproximadamente 10 g/cm, a una velocidad de desprendimiento de aproximadamente 1 m/s, según las mediciones, por ejemplo, de un equipo de ensayo de desprendimiento a alta velocidad ChemInstruments HSR-1000. Por ejemplo, si se desea extraer el soporte de desprendimiento a una velocidad de aproximadamente 1 m/s para ajustarse a los requisitos de fabricación de alto volumen de un dispositivo de visualización como un panel de visualización de plasma, la carga de desprendimiento media del soporte de desprendimiento no debería ser superior a aproximadamente 40 g/cm, de forma ventajosa no debería ser superior a aproximadamente 20 g/cm, y de forma idónea no debería ser superior a aproximadamente 10 g/cm, con el fin de permitir la extracción del soporte de desprendimiento sin producir una delaminación del grafito a esa velocidad de desprendimiento. A tal fin, el adhesivo debería tener preferentemente un grosor no superior a aproximadamente 0,015 mm, e idóneamente el grosor no debería ser superior a aproximadamente 0,005 mm.

**[0078]** Otro factor que se debe tener en cuenta es la fuerza de adhesión del adhesivo que, como se ha indicado anteriormente, debería ser suficiente para mantener al difusor de calor en su sitio en el panel de visualización de plasma durante el proceso de fabricación y garantizar un contacto térmico satisfactorio entre el difusor de calor y el dispositivo. Con el fin de obtener la adhesión deseada, el adhesivo debería contar con una resistencia mínima al cizallamiento del solapado de al menos aproximadamente 125 g/cm<sup>2</sup>, y más preferentemente una resistencia media al cizallamiento del solapado de al menos aproximadamente 700 g/cm<sup>2</sup>, según las mediciones de, por ejemplo, un probador de tensión ChemInstruments TT-1000.

**[0079]** Teniendo en cuenta todos estos factores, como se ha indicado anteriormente el adhesivo no debería interferir sustancialmente con el rendimiento térmico del difusor de calor. Esto quiere decir que la presencia del adhesivo no debería tener como consecuencia un incremento de la resistencia térmica a través del grosor del difusor de calor superior a aproximadamente un 100%, en comparación con el propio material del difusor de calor sin adhesivo. De hecho, en la realización más preferida, el adhesivo no tendrá como consecuencia un aumento de la resistencia térmica de más de aproximadamente el 35%, en comparación con el material del difusor de calor sin adhesivo. Por consiguiente, el adhesivo debe satisfacer los requisitos de carga de desprendimiento y el requisito de resistencia media al cizallamiento del solapado y a la vez ser lo suficientemente delgado como para evitar un incremento demasiado elevado en la resistencia térmica. A tal fin, el adhesivo no debería tener un grosor superior a aproximadamente 0,015 mm, y más preferentemente no superior a aproximadamente 0,005 mm.

**[0080]** Con el fin de conseguir el equilibrio descrito anteriormente necesario para la producción de un difusor de calor que resulte útil para su aplicación a un dispositivo de visualización como un panel de visualización de plasma en un proceso de fabricación de gran volumen, donde el difusor de calor es una lámina o laminado de partículas comprimidas de grafito exfoliado que poseen un grosor no superior a aproximadamente 2.0 mm y una densidad de entre aproximadamente 1,6 y aproximadamente 1,9 g/cm<sup>3</sup>, un adhesivo acrílico sensible a la presión comercializado con el grosor deseado, combinado con un soporte de desprendimiento fabricado con papel Kraft revestido de silicio, como por ejemplo un soporte de desprendimiento L2 o L4 comercializado por Sil Tech, una división de Technicote Inc., puede obtener los resultados deseados. Por consiguiente, se proporciona un difusor de calor compuesto que comprende un material difusor de calor, como por ejemplo una lámina o laminado de partículas comprimidas de grafito exfoliado, los cuales poseen un adhesivo sobre los mismos de un grosor tal que el rendimiento térmico del material difusor de calor no se encuentra afectado sustancialmente, con un soporte de desprendimiento ubicado de tal forma que el adhesivo queda

entre el material del difusor de calor y el material de desprendimiento. Durante su funcionamiento, puede extraerse el material de desprendimiento de la combinación de difusor de calor/adhesivo y aplicar dicha combinación de difusor de calor/adhesivo a un dispositivo de visualización como un panel de visualización de plasma, de manera que el adhesivo adhiere el material difusor de calor al panel de visualización de plasma. Asimismo, cuando se fabrica una pluralidad de paneles de visualización de plasma, se aplica al menos una combinación de difusor de calor/adhesivo a cada uno de la pluralidad de paneles de visualización de plasma.

**[0081]** Cuando se utiliza un laminado de grafito flexible como el difusor de calor de la invención, se pueden incluir también otras capas de laminado para mejorar las propiedades mecánicas o térmicas del laminado. Por ejemplo, se puede interponer una capa de laminado de un metal conductor de calor, como el aluminio o el cobre, entre las capas de grafito flexible con el fin de incrementar las características de difusión de calor del laminado sin sacrificar la baja resistencia al contacto que exhibe el grafito; también se pueden emplear otros materiales, como por ejemplo polímeros, para reforzar o mejorar de alguna otra forma la resistencia del laminado. Asimismo, al material de grafito, ya se trate de una sola lámina o de un laminado, puede suministrarse con una capa de respaldo de, por ejemplo, una lámina delgada de plástico o, alternativamente, un revestimiento delgado de resina secada, con el fin de mejorar la manipulación del material y/o reducir cualesquiera daños a la lámina durante su transporte o aplicación al dispositivo de visualización, sin afectar negativamente para ello la capacidad de esparcimiento de calor del difusor de calor de la invención. También se puede utilizar una capa de material aislante.

**[0082]** Asimismo, la superficie del difusor de calor destinada a colindar con el dispositivo de visualización puede contar con un revestimiento de un material cuyo fin es mejorar el rendimiento térmico y/o la capacidad de reutilización del difusor de calor de la invención. Se prefiere sobre todo un metal como el aluminio o el cobre, y resulta idóneo el aluminio. Aunque se puede producir algún sacrificio térmico por lo que respecta a una mayor resistencia de contacto (debido a que la superficie de grafito conformable no se encuentra en contacto con la superficie del dispositivo cuando se utiliza ese tipo de revestimiento), ese aspecto puede compensarse gracias a la isotropía térmica del revestimiento metálico. Lo que es más, puesto que es el revestimiento el que quedaría adherido a la superficie del dispositivo, se facilita la extracción del difusor de calor de la invención para su reutilización u otro fin, ya que la estructura de un revestimiento de metal sería más resistente que una unión adhesiva, lo que permitiría una extracción rápida y sin causar daños del difusor de calor de la superficie del dispositivo de visualización.

**[0083]** Como se ilustra en la Figura 1, una vez formados, la lámina o el laminado de grafito flexible cuyo fin es ser utilizados como el difusor de calor de la invención, indicados por el número (10), pueden ser cortados en la forma deseada, en la mayoría de los casos rectangular. El difusor de calor (10) posee dos superficies principales (12 y 14), así como al menos una superficie de borde (16), y generalmente cuatro superficies de borde (16a, 16b, 16c y 16d) si el difusor (10) es rectangular (como resultará evidente, si el difusor de calor (10) es cortado en otra forma que no sea una forma cuadrada, como por ejemplo una forma redonda o una forma más compleja, el difusor de calor tendrá números diferentes de superficies de borde (16)).

**[0084]** Por lo que respecta a las Figuras 1-3, el difusor de calor (10) también puede comprender de forma ventajosa un revestimiento protector (20) para prevenir la posibilidad de descamación de partículas de grafito, o de separación de cualquier otra forma, de la lámina o el laminado de grafito flexible que componen el difusor de calor (10). El revestimiento protector (20) también aísla de manera ventajosa y eficaz al difusor de calor (10) con el fin de evitar interferencias eléctricas generadas por la inclusión de un material conductor de electricidad (grafito) en un dispositivo electrónico. El revestimiento protector (20) puede comprender cualquier material adecuado que resulte suficiente para evitar la descamación del material de grafito y/o aislar eléctricamente el grafito, como por ejemplo un material termoplástico como el polietileno, un poliéster o una poliamida, una cera y/o un material de barnizado. De hecho, cuando se desea una conexión a tierra, a diferencia de un aislamiento eléctrico, el revestimiento protector (20) puede comprender un metal como el aluminio.

**[0085]** De manera ventajosa, para obtener la resistencia deseada a la descamación y/o el aislamiento eléctrico, el revestimiento protector (20) debería tener preferentemente un grosor de al menos aproximadamente 0,001 mm. Aunque no existe un verdadero grosor máximo para el revestimiento protector (20), el revestimiento protector (20) no debería ser superior a aproximadamente 0,025 mm, y preferentemente no debería ser superior a aproximadamente 0,005 mm para facilitar un funcionamiento eficaz.

**[0086]** Cuando se aplica el difusor de calor (10) a un dispositivo de visualización, como por ejemplo un panel de visualización de plasma, la superficie principal (12) del difusor de calor (10) es la superficie que se encuentra en contacto operativo con el panel. De esta forma, en muchas aplicaciones el contacto entre la superficie principal (12) y el panel actuará para "sellar" la superficie principal (12) contra la descamación de grafito, eliminando así la necesidad de revestir la superficie principal (12) con un revestimiento protector (20). De la misma forma, siempre que la superficie principal (14) se encuentre aislada eléctricamente del resto del dispositivo eléctrico en el que se encuentra el difusor de calor (10), no es necesario aislar eléctricamente la superficie principal (12). Sin embargo, por lo que respecta a la manipulación u otros factores, en algunas realizaciones se puede aplicar el revestimiento protector (20) a ambas

superficies principales (12 y 14) del difusor de calor (10) [que se] interpondrá entre la lámina de grafito y cualquier adhesivo utilizado en una superficie principal (12) para adherir el difusor de calor (10) al panel de visualización de plasma (no mostrado).

**[0087]** Se puede dotar a un difusor de calor (10) de un revestimiento protector (20) mediante diferentes procesos. Por ejemplo, una vez que la lámina o el laminado de grafito flexible son cortados para que tengan el tamaño y la forma apropiados para formar el difusor de calor (10), el material a partir del cual se forma el revestimiento protector (20) puede ser aplicado al difusor de calor individual (10) de tal manera que fluya completamente alrededor de la superficie principal (14) y superficie de borde (16), etc., extendiéndose más allá de la superficie de borde (16), etc., con el objetivo de formar un límite protector del difusor de calor (10), como se ilustra en la Figura 1. A tal fin, puede aplicarse el revestimiento protector (20) mediante diversos métodos de recubrimiento que serán familiares para los especialistas en este campo, como por ejemplo el revestimiento por pulverización, el revestimiento mediante rodillos y las prensas de laminación en caliente.

**[0088]** En una realización alternativa, ilustrada en la Figura 2, puede aplicarse el revestimiento protector (20) al difusor de calor (10) de tal manera que se cubran una o varias superficies de borde (16a, 16b, 16c y 16c) (dependiendo, por ejemplo, de cuáles están expuestas y están potencialmente sujetas a una descamación y/o a causar interferencias eléctricas). También puede aplicarse el revestimiento protector (20) para conseguir este objetivo mediante el mapeado mecánico y la laminación.

**[0089]** En otra realización adicional de la presente invención, como se muestra en la Figura 3, se aplica un revestimiento protector (20) a un difusor de calor (10) de manera que solo se reviste una superficie principal (14). Un método particularmente ventajoso de fabricar esta realización de difusor de calor (10) es cubrir una lámina o laminado de grafito flexible con un revestimiento protector (20), como por ejemplo un revestimiento mediante rodillos, una laminación con adhesivo o una laminación mediante prensa en caliente, y después cortar la lámina o laminado de grafito flexible para alcanzar la forma deseada de difusor de calor (10). De esta manera, se incrementa al máximo la eficacia de fabricación y se reducen al mínimo los desechos de revestimiento protector (20) en el proceso de fabricación.

**[0090]** En general, el proceso de recubrimiento adhiere un revestimiento protector (20) al difusor de calor (10) con una fuerza suficiente para la mayoría de las aplicaciones. Sin embargo, si así se desea, o para revestimientos protectores relativamente no adhesivos (20), como por ejemplo materiales de poliéster Mylar® y materiales de poliamida Kapton (ambos distribuidos comercialmente por E.I. du Pont de Nemours and Company de Wilmington, Delaware, Estados Unidos de América), se puede aplicar una capa de adhesivo (30) entre el difusor de calor (10) y el revestimiento protector (20), como se ilustra en la Figura 3. Los adhesivos adecuados son aquellos que pueden facilitar la adhesión del revestimiento protector (20) al difusor de calor (10), como por ejemplo los adhesivos de acrílico o látex. Se puede recubrir con una capa de adhesivo (30) el difusor de calor (10) o el revestimiento protector (20), o ambos. De forma ventajosa, la capa de adhesivo (30) será lo más delgada posible, mientras que a la vez pueda mantener la adhesión entre el revestimiento protector (20) y el difusor de calor (10). Preferentemente, el grosor de la capa de adhesivo (30) no es superior a aproximadamente 0,015 mm.

**[0091]** Asimismo, en otra realización, el difusor de calor (10) puede comprender una capa de recubrimiento (40) que se interpone entre la superficie (12) del difusor de calor (10) y la superficie del dispositivo de visualización. Como se ha indicado anteriormente, la capa de recubrimiento (40) es preferentemente un metal, como por ejemplo aluminio, y puede adherirse a la superficie (12) mediante el uso de una capa de adhesivo (50) aplicada entre la superficie (12) del difusor de calor (10) y la capa de recubrimiento (40), como se ilustra en la Figura 1. Los adhesivos apropiados son los adhesivos de acrílico o látex, y pueden ser aplicados a una o ambas de las superficies (12) del difusor de calor y la capa de recubrimiento (40). Por supuesto, se aplica el adhesivo (50) de la forma más delgada posible, a la vez que se mantiene una adhesión entre la capa de recubrimiento (40) y la superficie (12), preferentemente de un grosor no superior a aproximadamente 0,015 mm.

**[0092]** Además, como se muestra en la Figura 1, la capa de recubrimiento (40) puede colaborar con el revestimiento protector (20) para sellar el difusor de calor de grafito (10) entre la capa de recubrimiento (40) y el revestimiento protector (20). Más específicamente, si la capa de recubrimiento (40) se extiende más allá de los bordes (16), etc., del difusor (10), puede aplicarse el revestimiento protector alrededor del difusor de calor (10) y la capa de recubrimiento (40). Alternativamente, se puede utilizar un material como una cinta de aluminio para sellar los bordes (16), entre la capa de recubrimiento (40) y el revestimiento protector (20).

**[0093]** Aunque esta solicitud ha sido redactada en términos de la aplicación de difusores de calor a paneles de visualización de plasma, se reconocerá que el método de la invención y el difusor de calor son igualmente aplicables a otras fuentes de calor o conjuntos de fuentes de calor de dispositivos de visualización emisores (equivalentes en su función al conjunto de células de descarga individuales que componen el panel de visualización de plasma), como por ejemplo diodos emisores de luz, así como a otros dispositivos de visualización que generan zonas o puntos calientes localizados de temperaturas más altas, como por ejemplo los dispositivos de visualización de cristal líquido.

**[0094]** Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar el funcionamiento y la eficacia de una realización de la invención, pero dichos ejemplos se ofrecen únicamente a título ilustrativo y no pretenden limitar el ámbito y la amplitud de la invención que se reivindica.

**Ejemplo 1**

5 **[0095]** Se analizan las propiedades térmicas de un modelo de televisión de plasma Panasonic número TH42PA20 que utiliza un difusor de calor acrílico fijado a la parte posterior del panel de visualización de plasma en las diferentes condiciones de pantalla que se detallan a continuación. Se generan patrones de blanco y negro en el dispositivo de visualización y se miden las temperaturas de superficie de pantalla utilizando una cámara de infrarrojos. En todos los casos el fondo es negro. Los patrones estaban compuestos de: (1) tres líneas blancas espaciadas uniformemente y horizontalmente a través de la pantalla (23,9% de iluminación de pantalla), y; (2) un conjunto 4 x 3 de puntos blancos espaciados uniformemente (4% de iluminación de pantalla). Después de probar la unidad con el difusor de calor acrílico convencional, se extrae el difusor de calor acrílico y reemplaza por un difusor de calor de grafito flexible de 1,4 mm de grosor que posee una conductividad térmica en el plano de aproximadamente 260 W/m °K. A continuación se vuelve a probar el dispositivo de visualización de plasma en condiciones idénticas a las mencionadas anteriormente, mostrándose los resultados en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Patrón	Difusor de calor	Temperatura máxima	Rango de temperaturas patrón blanco	Entorno
Patrón de líneas blancas	acrílico	49,3	30	24,1
Patrón de líneas blancas	grafito flexible	48,6	34,4	23,5
Patrón de conjunto de puntos blancos	acrílico	51,8	30,4	24,3
Patrón de conjunto de puntos blancos	grafito flexible	39,3	28,3	23,4

**Ejemplo 2**

20 **[0096]** Se analizan las propiedades térmicas de un modelo de televisión de plasma NEC Plasmasync de 42 pulgadas 42XM2 HD que utiliza un difusor de calor de aluminio/silicio fijado a la parte posterior del panel de visualización de plasma en las diferentes condiciones de pantalla que se detallan a continuación. Se generan modelos de blanco y negro en el dispositivo de visualización y se miden las temperaturas de superficie de pantalla utilizando una cámara de infrarrojos. En todos los casos el fondo es negro. Los modelos estaban compuestos de: (1) tres líneas blancas espaciadas uniformemente y horizontalmente a través de la pantalla (23,9% de iluminación de pantalla), y; (2) un conjunto 4 x 3 de puntos blancos espaciados uniformemente (4% de iluminación de pantalla). Después de probar la unidad con el difusor de calor de aluminio/silicio convencional, se extrae el difusor de calor de aluminio/silicio y reemplaza por un difusor de calor de grafito flexible de 1,4 mm de grosor que posee una conductividad térmica en el plano de aproximadamente 260 W/m °K. A continuación se vuelve a probar el dispositivo de visualización en condiciones idénticas a las mencionadas anteriormente, mostrándose los resultados en la Tabla 2.

**Tabla 2**

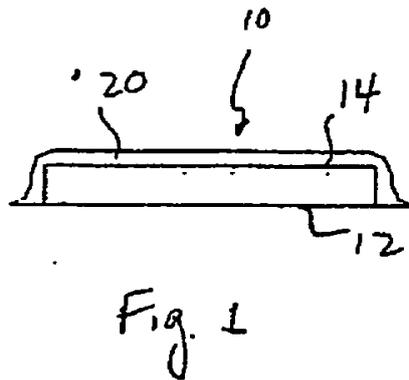
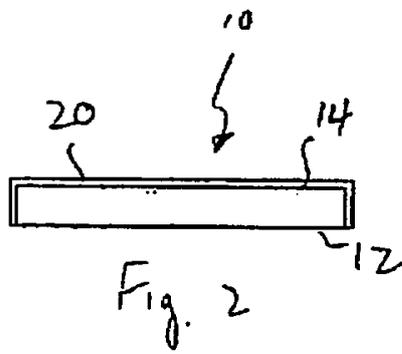
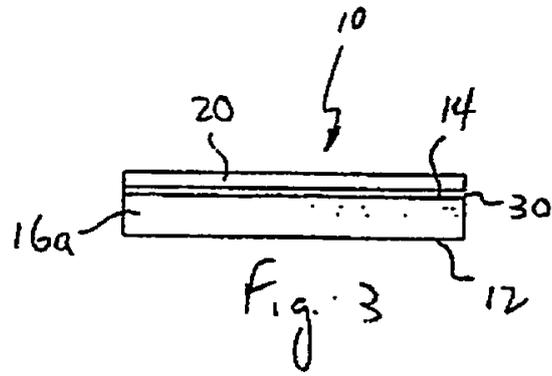
Patrón	Difusor de calor	Temperatura máxima	Rango de temperaturas patrón blanco	Entorno
Patrón de líneas blancas	aluminio/silicio	61,4	32,9	25,2
Patrón de líneas blancas	grafito flexible	55,1	33,9	24,9

**[0097]** Estos ejemplos ilustran las ventajas del uso de un difusor de calor de grafito flexible en comparación con las tecnologías convencionales de difusor de calor, tanto por lo que respecta a la temperatura máxima como al rango de temperaturas observadas.

5 **[0099]** [sic] Es evidente que la invención descrita anteriormente podrá ser objeto de un gran número de modificaciones. Estas modificaciones no serán consideradas una desviación del ámbito de la presente invención, y se sobrentenderá que se incluyen en el ámbito de las siguientes reivindicaciones cualesquiera modificaciones que resulten obvias para un experto en el campo de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de visualización que comprende:
  - a) un dispositivo de visualización de cristal líquido que comprende una pluralidad de fuentes de calor; y
  - b) un difusor de calor (10) que comprende al menos una lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado con dos superficies principales (12 y 14); el difusor de calor (10) posee un área de superficie mayor que el área de superficie de esa parte de la superficie posterior del dispositivo de visualización donde se genera un área localizada de temperaturas más altas, en el que sustancialmente la totalidad de una de las superficies principales (12 y 14) del difusor de calor (10) se encuentra en contacto térmico con el dispositivo de visualización de cristal líquido, y en el que además el propio difusor de calor (10) es capaz de reducir la diferencia de temperatura entre las ubicaciones en el dispositivo de visualización.
2. El dispositivo de visualización de la reivindicación 1, en el que el difusor de calor (10) comprende un laminado que a su vez comprende una pluralidad de láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado.
3. El dispositivo de visualización de la reivindicación 2, en el que el laminado comprende capas de un material no grafitico.
4. El dispositivo de visualización de la reivindicación 1, en el que el difusor de calor (10) comprende un adhesivo sobre el mismo y un soporte de desprendimiento ubicado de tal forma que el adhesivo se encuentra entre el difusor de calor (10) y el soporte de desprendimiento.
5. El dispositivo de visualización de la reivindicación 4, en el que se seleccionan el soporte de desprendimiento y el adhesivo para permitir una velocidad de desprendimiento predeterminada del material de desprendimiento sin causar daños no deseados al difusor de calor (10).
6. El dispositivo de visualización de la reivindicación 5, en el que el adhesivo y el soporte de desprendimiento proporcionan una carga de desprendimiento media no superior a 40 gramos por centímetro a una velocidad de desprendimiento de un metro por segundo.
7. El dispositivo de visualización de la reivindicación 6, en el que el adhesivo logra una resistencia mínima al cizallamiento del solapado de al menos 125 g/cm<sup>2</sup>.
8. El dispositivo de visualización de la reivindicación 7, en el que el adhesivo logra una resistencia media al cizallamiento del solapado de al menos 700 g/cm<sup>2</sup>.
9. El dispositivo de visualización de la reivindicación 8, en el que el grosor del adhesivo no es superior a 0,015 mm.
10. El dispositivo de visualización de la reivindicación 9, en el que al menos una lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado posee superficies de borde (16), y al menos una superficie de borde (16) está cubierta con un revestimiento protector (20) que resulta suficiente para impedir la descamación de las partículas de grafito.
11. El dispositivo de visualización de la reivindicación 9, que además comprende una capa de adhesivo (30) interpuesta entre el revestimiento protector (20) y al menos una lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado.
12. El dispositivo de visualización de la reivindicación 1, en el que al menos una de las superficies principales (12 y 14) del difusor de calor (10) está cubierta con un revestimiento protector (20) que resulta suficiente para impedir la descamación de las partículas de grafito.
13. El dispositivo de visualización de la reivindicación 12, en el que el revestimiento protector (20) comprende un metal o un material termoplástico.
14. El dispositivo de visualización de la reivindicación 13, en el que el revestimiento protector (20) tiene un grosor no superior a aproximadamente 0,025 mm.
15. El dispositivo de visualización de la reivindicación 14, en el que el revestimiento protector (20) aísla eléctricamente y de manera eficaz la superficie principal revestida (12 y 14) de al menos una lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado.
16. El dispositivo de visualización de la reivindicación 1, que además comprende una capa de recubrimiento (40) adherida a una superficie del mismo para interponerse entre la lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado y el dispositivo de visualización.
17. El dispositivo de visualización de la reivindicación 16, en el que la capa de recubrimiento (40) comprende un metal.



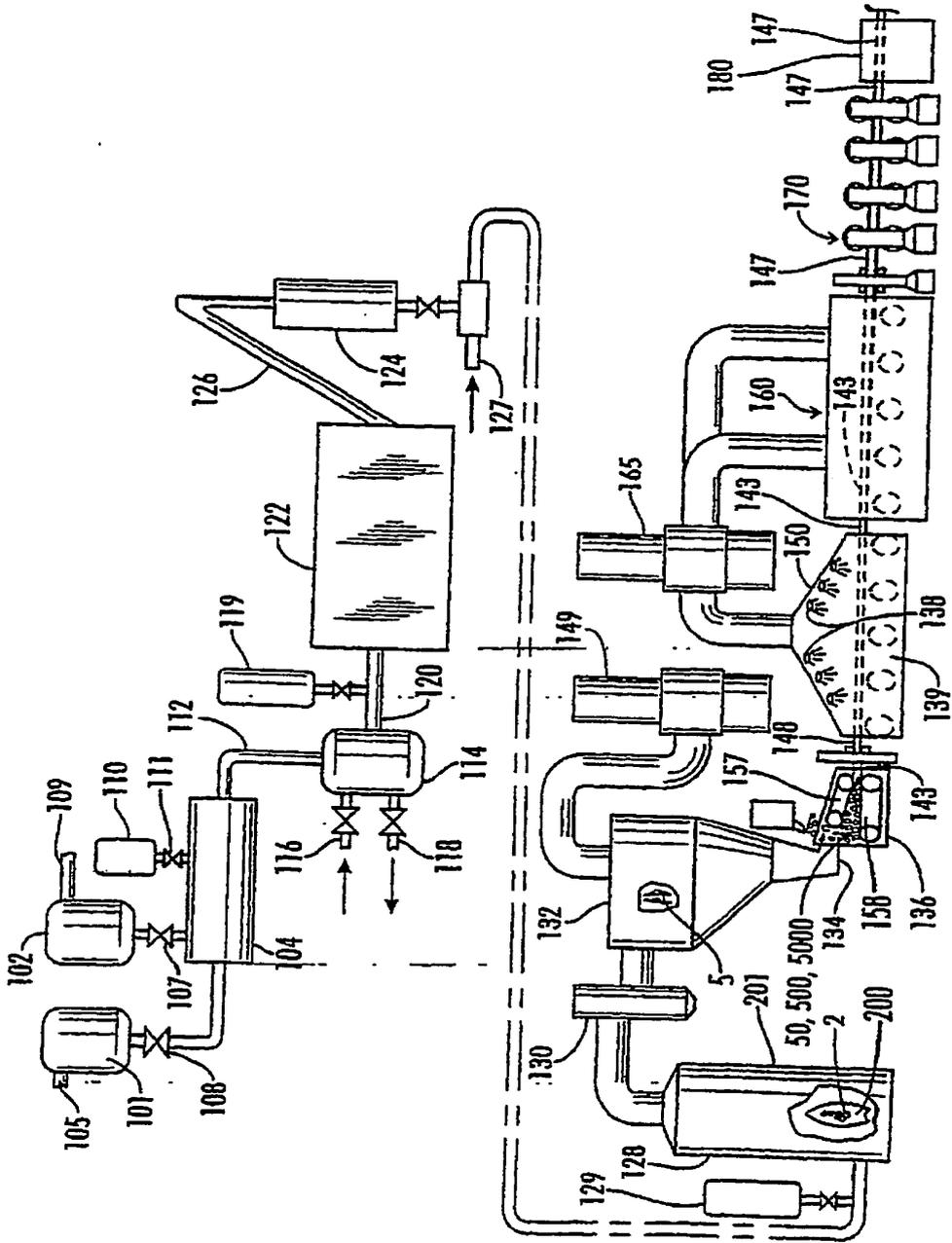


FIG. 4