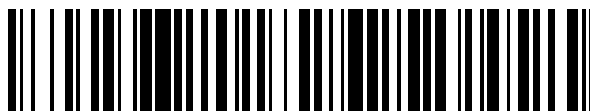


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 274**

51 Int. Cl.:

H01L 23/367 (2006.01)

H01L 23/373 (2006.01)

H01L 21/48 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2006 E 06123490 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 1784007**

54 Título: **Disipador térmico para LED de funcionamiento por ciclos**

30 Prioridad:

22.08.2006 US 466449

25.01.2006 US 339338

04.11.2005 US 267933

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

29.06.2015

73 Titular/es:

GRAFTECH INTERNATIONAL HOLDINGS INC.

(100.0%)

6100 Oak Tree Boulevard

Independence, Ohio 44131, US

72 Inventor/es:

REIS, BRADLEY;

SMALC, MARTIN;

LASER, BRIAN;

KOSTYAK, GARY;

SKANDAKUMARAN, PRATHIB;

GETZ, MATTHEW y

FRASTACI, MICHAEL

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 539 274 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

Disipador térmico para LED de funcionamiento por ciclos

5 **Campo técnico**

10 [0001] La presente invención se refiere a dispositivos portátiles que incluyen una fuente de luz de diodo emisor de luz (LED), como por ejemplo un teléfono móvil portátil o una agenda electrónica (PDA, *Personal Digital Assistant*) que incluye un LED para su uso, por ejemplo como flash para una cámara. Por consiguiente, la fuente de luz de LED debe encenderse y apagarse siguiendo un ciclo. Esta invención proporciona un disipador de calor para la fuente de luz con este ciclo, que reduce las temperaturas de operación de la fuente de luz, ofreciendo un tiempo de ciclo más rápido, una mayor duración mientras la misma se encuentra encendida, un mayor brillo y/o una mayor fiabilidad y brillo de la fuente de LED durante su vida útil.

15 **Antecedentes de la invención**

20 [0002] La patente estadounidense nº 2004/132491 se refiere a un módulo de cámara para terminales de comunicación móviles. El módulo comprende una unidad de dispositivo de captura de imágenes que sirve para enfocar la imagen de un sujeto, y una unidad de LED (diodo emisor de luz) para emitir luz sobre el sujeto.

[0003] La patente europea nº 1.486.820 se refiere a equipos móviles que incluyen LED suministrados con una corriente, que emiten luz roja, luz verde y luz azul, transistores de efecto campo (FET) y un circuito de refuerzo para controlar la corriente suministrada.

25 [0004] "Company Profile: GrafTech International – Advanced Energy Technology" LEDS MAGAZINE, [En línea] 1 de junio de 2006 (2006-06-01), páginas 1-4, XP002543972 Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos de América, www.ledsmagazine.com/features/3/6/1 se refiere a un producto de disipador de calor para su uso en aplicaciones de LED de alta potencia.

30 [0005] La patente japonesa nº 2006/004632 A se refiere a un dispositivo de iluminación para una cámara que posee una carcasa; la cámara y el dispositivo de iluminación están ubicados en la carcasa, y el dispositivo de iluminación posee una parte emisora de luz, un sustrato fijo y un LED que cuenta con un sistema de pulsos. Asimismo, el dispositivo de iluminación posee una parte de reflejo metálico y que libera calor que refleja la luz emitida desde el LED en una dirección determinada y recibe el calor emitido por el LED en una parte que se encuentra en contacto con la parte emisora de luz. La patente europea nº 1.359.627 se refiere a un módulo emisor de luz que puede mejorar la disipación de calor de un componente emisor de luz.

35 [0006] Los dispositivos portátiles como, por ejemplo, los teléfonos móviles, las agendas electrónicas y similares normalmente incorporan cámaras y por lo general incluyen una fuente de luz en ciclo, como por ejemplo un LED que actúa como un flash para la cámara.

40 [0007] El LED estará conectado eléctricamente a un ensamblaje de circuito. El ensamblaje de circuito puede ser del tipo conocido comúnmente en la industria como una "placa de circuito impreso" o del tipo comúnmente conocido en la industria como un "circuito flexible" (*flex circuit*). En cualquier caso, se proporciona un circuito eléctrico en un sustrato de material dieléctrico.

45 [0008] En el caso de un circuito flexible, se proporciona un circuito eléctrico, como por ejemplo un circuito de cobre, en la superficie de un material polimérico, por ejemplo poliimida o poliéster, que funciona como la capa dieléctrica. Como su nombre indica, estos materiales de sustrato son flexibles e incluso pueden ser proporcionados como rollos de material. Dichos circuitos flexibles también pueden estar soportados adicionalmente por una placa de refuerzo, que puede ser un metal, un plástico u otro material, como por ejemplo una almohadilla de material laminado de fibra de vidrio, conocida generalmente como material FR4, el cual proporciona una mayor rigidez estructural al ensamblaje para contribuir al apoyo y a la alineación de la fuente de luz LED en el dispositivo portátil.

50 [0009] En el caso de las placas de circuito impreso, estas se fabrican convencionalmente a partir de materiales dieléctricos como los laminados de fibra de vidrio (conocidos a veces como placas FR4), el politetrafluoroetileno y materiales similares. En una de las superficies de dicha placa, o entre las capas de materiales dieléctricos, se encuentran los circuitos, generalmente de cobre. Los circuitos se forman normalmente por métodos fotolitográficos, pulverización, impresión serigráfica o métodos similares (para circuitos ubicados entre capas, el circuito se aplica al material dieléctrico antes de la formación del laminado). La fuente de luz puede estar ubicada en la superficie de las placas, en contacto con los circuitos en la superficie. Cuando se utiliza una fuente de luz de "flash", la fuente de luz genera cantidades sustanciales de calor en un corto período de tiempo, las cuales deben ser disipadas para que el dispositivo funcione de forma fiable y al nivel de rendimiento deseado. De hecho, para las fuentes de luz LED, es bien sabido que cuanto más fría sea la temperatura de unión del LED, mayor será el brillo instantáneo del LED y se ralentizará el deterioro de la producción de luminosidad (en otras palabras, cuando la temperatura de unión de un

LED es elevada, el LED muestra un brillo instantáneo inferior y un deterioro de la luminosidad más rápido durante períodos de tiempo prolongados).

5 **[0010]** Las fuentes de luz en ciclo para las cámaras de los teléfonos móviles y otros dispositivos portátiles de tamaño reducido generan una cantidad significativa de calor durante un período relativamente breve de tiempo (aproximadamente inferior a 1 segundo, y más frecuentemente inferior a 500 milisegundos (ms)), lo que proporciona un factor limitador en la operación de la cámara y el flash. Se pueden producir retrasos significativos entre flashes (la cantidad de tiempo entre flashes consecutivos se conoce como el tiempo de recuperación para la fuente de luz) debido a problemas de sobrecalentamiento. De hecho, son frecuentes los tiempos de recuperación superiores a 5
10 segundos, mientras que el objetivo de la industria son tiempos de recuperación lo más breves posibles. Además, en una iluminación continua –el denominado modo "linterna" de operación– los niveles de iluminación se ven limitados de nuevo debido a cuestiones de sobrecalentamiento. Las posibles soluciones a estos problemas de sobrecalentamiento también se ven limitadas por la escasa disponibilidad de espacio en el dispositivo portátil.

15 **[0011]** En el campo más amplio de los dispositivos electrónicos de mayor tamaño se han desarrollado diversas tecnologías de disipadores de calor. En la actualidad se están desarrollando las llamadas "placas térmicas", en las que se lamina con el material dieléctrico una capa de un material de disipación de calor, como por ejemplo cobre o aluminio y aleaciones de los mismos, en la superficie opuesta o en las capas opuestas a las de los componentes del circuito y de generación de calor, con el fin de que actúe como un disipador de calor para el calor generado por los
20 componentes electrónicos. Es importante que el disipador de calor se ubique de tal manera que al menos una capa de material dieléctrico separe el disipador de calor del circuito o circuitos, ya que los materiales disipadores de calor son normalmente conductores de electricidad y podrían interferir con el funcionamiento de los circuitos si se encontraran en contacto.

25 **[0012]** Existen varias "placas térmicas" disponibles comercialmente, a veces denominadas placas de circuito impreso con núcleo de metal (MCPCB, *metal core printed circuit boards*), como por ejemplo las placas térmicas Insulated Metal Substrate™ de The Bergquist Company, las placas térmicas T-Clad™ de Thermagon, las placas HITT Plate de Denka y las placas Anotherm™ de TT Electronics. Estas placas térmicas utilizan capas dieléctricas termoconductoras, ya sea a través del llenado de la capa dieléctrica con partículas termoconductoras como en el
30 caso de las primeras tres, o como en el caso de la solución Anotherm, a través de una capa de anodización delgada en la parte superior de la capa del disipador de calor. No obstante, el uso de partículas termoconductoras puede ser costoso y la capa posterior debe ser lo suficientemente gruesa como para garantizar que está libre de perforaciones, aumentando así la resistencia térmica del diseño. Otras limitaciones de este enfoque son debidas a la falta de flexibilidad para fabricar estructuras de circuito dobladas o no planas y a que el material dieléctrico cubre toda la
35 superficie de la capa del disipador de calor. El uso de la anodización como la capa dieléctrica intenta superar algunos de estos problemas, pero obliga a la utilización de aluminio como su capa de disipación de calor, ya que el cobre no puede ser anodizado. Puesto que la conductividad térmica del aluminio es significativamente inferior a la del cobre, ello puede suponer una desventaja térmica. Sin embargo, todos los enfoques anteriores pueden experimentar dificultades de soldadura, ya que las mismas propiedades de disipación de calor que resultan útiles durante el funcionamiento de la placa de circuito impreso y de sus componentes impiden un proceso de ensamblaje que requiere fuentes puntuales de calor para la soldadura (por ejemplo, la unión por barra caliente).

40 **[0013]** Para superar algunos, pero no todos estos problemas, se pueden acoplar las placas de circuito impreso tradicionales a una capa de disipador de calor de metal separado en un proceso independiente. En esta configuración, se puede diseñar la placa de circuito impreso con vías térmicas (normalmente, orificios perforados que están revestidos de cobre) para conducir el calor mejor a través de la capa dieléctrica sin llenar de la placa de circuito impreso, pero solo se pueden utilizar estas en aplicaciones en las que no se requiere un aislamiento eléctrico entre los diferentes componentes.

45 **[0014]** Por otra parte, los materiales de difusión de calor tradicionales como el cobre o el aluminio también añaden peso significativo a la placa, algo que no resulta deseable, y el coeficiente de expansión térmica (CTE, *Coefficient of Thermal Expansion*) de estos materiales pueden no coincidir en gran medida con la del laminado de fibra de vidrio, lo que producirá una tensión física en la placa de circuito impreso con la aplicación de calor y, potencialmente, la delaminación o formación de grietas.

50 **[0015]** Además, puesto que la capa de disipador de calor en estas placas se compone de un material metálico isotrópico, delgado (con relación a su longitud y anchura), el calor tiende a fluir fácilmente a través del espesor del disipador de calor, y como resultado pueden producirse puntos calientes en la ubicación exactamente enfrente de la fuente de calor.

55 **[0016]** Como se ha señalado, otro tipo de ensamblaje de circuito, conocido en la industria como "circuito flexible", presenta problemas de gestión de calor similares. Los circuitos flexibles se forman al suministrar un circuito, como por ejemplo un circuito de cobre como el descrito anteriormente, sobre la superficie de un material polimérico, como por ejemplo una poliimida o poliéster, que funciona como la capa dieléctrica. Como su nombre indica, estos materiales de circuito son flexibles e incluso se pueden proporcionar como rollos de materiales de circuito que más
60 tarde pueden acoplarse a una capa de disipador de calor como el cobre o el aluminio. Aunque es muy delgada, la

capa dieléctrica en los circuitos flexibles aumenta considerablemente la resistencia térmica en un diseño específico, y presenta algunos de los mismos problemas observados en placas de circuito impreso. El uso de vías térmicas todavía se limita a aplicaciones de aislamiento eléctrico, como se ha descrito anteriormente. Y como es evidente, el uso de capas metálicas relativamente gruesas y rígidas, como por ejemplo de cobre o de aluminio, no permite aprovecharse de la flexibilidad de los circuitos flexibles cuando dicha característica es importante en una aplicación de uso final.

[0017] El uso de un disipador de calor formado por una lámina o láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado o una película de polímero grafitizado (tal y como se describe en la patente estadounidense n.º 5.091.025) puede solucionar muchas de las desventajas que se derivan del uso de disipadores de calor de cobre o aluminio, ya que estos materiales de grafito proporcionan la ventaja de una reducción de un 80% en peso en comparación con el cobre, mientras que a la vez son capaces de igualar o incluso superar la conductividad térmica del cobre en la dirección en el plano necesaria para esparcir el calor a través de la superficie de una placa de circuito impreso.

[0018] En la técnica se conocen los laminados en los que una o más de las capas consisten en láminas de grafito. Estas estructuras encuentran utilidad, por ejemplo, en la fabricación de juntas de estanqueidad. Véase la patente estadounidense n.º 4.961.991 concedida a Howard. Howard describe diversas estructuras laminadas que contienen láminas de metal o plástico unidas entre láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado. Howard describe que se pueden preparar dichas estructuras mediante el trabajo en frío de una lámina de grafito en ambos lados de una red metálica y, a continuación, la adhesión por presión del grafito a la red metálica. Howard también describe la colocación de una tela revestida de resina de polímero entre dos láminas de grafito mientras se calienta a una temperatura suficiente para ablandar la resina de polímero, uniendo de este modo la tela revestida de resina de polímero entre las dos láminas de grafito para producir un laminado de grafito. De forma similar, Hirschvogel, en la patente estadounidense n.º 5.509.993, describe laminados de grafito/metal preparados por un proceso que tiene como primera fase la aplicación de un agente tensoactivo a una de las superficies que se van a unir. Mercuri, en la patente estadounidense n.º 5.192.605, también forma laminados a partir de láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado unidas a un material de núcleo que puede ser de metal, fibra de vidrio o carbono. Mercuri deposita y a continuación cura un revestimiento de una resina epoxi y partículas de un agente termoplástico en el material del núcleo antes de alimentar material del núcleo y grafito a través de rodillos de calandrado para formar el laminado.

[0019] Además de su utilidad en materiales de juntas de estanqueidad, los laminados de grafito también encuentran utilidad como aparatos de enfriamiento o de transferencia de calor. En el estado de la técnica se conoce el uso de diversas estructuras sólidas como transportadores de calor. Por ejemplo, Banks, en las patentes estadounidenses n.º 5.316.080 y 5.224.030, describe la utilidad de las fibras de grafito derivadas de diamantes y de gas, unidas con un aglutinante adecuado, como dispositivos de transferencia de calor. Estos dispositivos se emplean para conducir pasivamente calor desde una fuente, como por ejemplo un semiconductor, a un disipador de calor.

[0020] Como se ha señalado, el material de grafito preferido para su uso como el material disipador de calor de esta invención consiste en láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado o una película de grafito formado por la grafitización de un material polimérico.

[0021] El grafito natural, a una escala microscópica, se compone 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 cristallitos. Los materiales de grafito altamente ordenados consisten en cristallitos de tamaño considerable, los cristallitos 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 cristallito. Cabe destacar que los grafitos poseen, por definición, estructuras anisotrópicas y consiguientemente exhiben o poseen muchas propiedades altamente direccionales, como por ejemplo una conductividad térmica y eléctrica y la difusión de fluidos.

[0022] Brevemente, se pueden caracterizar los grafitos naturales 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 considerar 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 láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado poseen un grado muy alto de orientación.

[0023] 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 químicamente 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.

[0024] Una escama de grafito natural que se ha expandido química o térmicamente y, más en concreto, que se ha expandido hasta alcanzar un espesor final o una dimensión de dirección "c" que es hasta aproximadamente 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 o similares. Se estima que es posible, a partir de partículas de grafito que han sido expandidas hasta alcanzar un espesor final o dimensión de dirección "c" de hasta aproximadamente 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 cohesión mecánicos que se consiguen entre las partículas de grafito expandidas en volumen.

[0025] También se ha constatado que, además de flexibilidad, el material de láminas, como se ha indicado anteriormente, posee un alto grado de anisotropía con respecto a la conductividad térmica y eléctrica y a la difusión de fluidos, un tanto inferior pero comparable al material de partida de grafito natural, debido a la orientación de las partículas de grafito expandidas, sustancialmente paralelas 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. Existe la necesidad de un procesamiento que saque un mayor partido de estas propiedades.

[0026] En pocas palabras, el proceso de producir material de lámina de grafito natural expandido 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 pueden modificar las propiedades de las láminas mediante revestimientos y/o la adición de aglutinantes o aditivos con anterioridad a la fase de compresión. Véase la patente estadounidense nº 3.404.061 concedida a Shane *et ál.* Se puede variar la densidad y el espesor del material de lámina mediante el control del grado de compresión.

[0027] Las densidades más bajas resultan ventajosas en aquellos casos en los que el detalle de la superficie requiere una grabación en relieve o moldeado, y las densidades más bajas contribuyen a conseguir un buen detalle. Sin embargo, por lo general es preferible una mayor resistencia en el plano y conductividad térmica para las láminas más densas. Normalmente, la densidad del material de lámina se encuentra en el intervalo comprendido entre aproximadamente 0,04 g/cm³ y aproximadamente 1,4 g/cm³.

[0028] El material de lámina de grafito natural, producido tal y como se ha descrito anteriormente, 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 con rodillos el material de lámina con el fin de incrementar la densidad. En el material de lámina anisotrópico comprimido con rodillos, el espesor, es decir, la dirección perpendicular a las superficies de láminas paralelas y opuestas, comprende la dirección "c", y las direcciones a lo largo de la longitud y la anchura, es decir, a lo largo o paralelas a las superficies principales opuestas, comprende [sic] las direcciones "a", y las propiedades térmicas y eléctricas de la lámina son muy diferentes, por varios órdenes de magnitud, para las direcciones "c" y "a".

[0029] En la formación de películas poliméricas grafitizadas, se crean las películas de grafito con alta cristalinidad mediante la carbonización en estado sólido de una película polimérica, como por ejemplo una película de poliimida aromática o una película de polimelitimida, seguida de un tratamiento térmico a alta temperatura para crear películas que están carbonizadas sin ningún cambio en la forma (aunque se produce una contracción significativa), y también porque se pueden convertir a grafito las películas de carbono a través de un tratamiento térmico posterior en una atmósfera inerte.

[0030] Se han desarrollado las poliimidadas para su uso como polímeros termorresistentes en una variedad de aplicaciones electrónicas. Como tal, se ha producido una variedad de películas de poliimida con diferentes estructuras moleculares para ajustar mejor las propiedades de la película a la aplicación específica. Este hecho permite obtener diferentes propiedades en la película de grafito resultante, ya que la calidad y la composición de la película de poliimida, combinada con las técnicas de grafitización, controlan las propiedades de grafito resultantes.

[0031] En primer lugar, se corta una película, por ejemplo una película de poliimida, y se le da forma para anticipar la contracción posterior durante la fase de carbonización. Durante la carbonización la película puede desprender una gran cantidad de monóxido de carbono, acompañada de una contracción sustancial de dicha película. La carbonización puede producirse como un proceso en dos fases, siendo la primera fase a una temperatura sustancialmente menor que la segunda. Durante la primera fase de carbonización de una película de poliimida, la pérdida de peso se debe principalmente a la rotura en los grupos carbonilo en la parte de imida de la película de poliimida. Específicamente,

parece perderse el oxígeno del éter al final de la primera fase. En la segunda fase de la carbonización, se puede liberar el gas nitrógeno durante la descomposición de los grupos imida de la película.

5 [0032] El proceso de grafitización incluye un tratamiento térmico a alta temperatura, y la temperatura del tratamiento térmico tiene como resultado la alineación diferente de los átomos de carbono. En concreto, dependiendo de la película seleccionada, existen poros entre las pilas de capas de carbono después de la grafitización a determinadas temperaturas. Por ejemplo, a 2450 °C, una película de poliimida, después de la fase de grafitización, todavía puede ser turboestrática, ya que los poros aplanados están orientados entre las capas de carbono. Por el contrario, a 2500 °C, la misma película presentaría el colapso de los poros, con el resultado de una película de grafito con capas de carbono
10 prácticamente perfectas.

Resumen de la invención

15 [0033] De conformidad con la presente invención, se proporciona un dispositivo electrónico portátil que comprende: una carcasa; una cámara ubicada en la carcasa; y un ensamblaje de fuente de luz ubicado en la carcasa adyacente a la cámara. El ensamblaje de fuente de luz incluye: un sustrato que posee una primera y una segunda superficies principales; una fuente de luz de diodo emisor de luz en ciclo adaptada para proporcionar iluminación al objeto cuya imagen está siendo procesada por la cámara, estando el diodo emisor de luz ubicado de forma adyacente a la primera superficie principal del sustrato; y que se caracteriza porque el ensamblaje de fuente de luz también incluye un
20 disipador de calor que comprende una lámina de grafito. El disipador de calor se encuentra en una asociación de conducción de calor con la segunda superficie principal del sustrato, y el disipador de calor posee una conductividad térmica en el plano mayor que la conductividad térmica a través del plano del mismo.

25 [0034] En un aspecto de la presente invención, un dispositivo electrónico portátil incluye una carcasa y una fuente de luz de LED que posee un ensamblaje de circuito. El ensamblaje de circuito incluye un sustrato que comprende un circuito eléctrico estructurado para un ciclo de encendido y apagado del LED, normalmente de tal manera que el LED está encendido durante aproximadamente 1 segundo o menos, más a menudo 500 ms o menos, y lo más frecuente alrededor de 250 ms o menos. El LED se encuentra adyacente a una primera superficie principal del sustrato y está conectado con el circuito eléctrico. Se coloca un disipador de calor que puede ser una lámina de partículas comprimidas de grafito natural exfoliado o una película de polímero grafitizado en una asociación conductora de calor con la segunda superficie principal del sustrato, en el que el disipador de calor posee un área superficial mayor que el área superficial del LED en contacto con el sustrato. El disipador de calor funciona de tal manera que puede encenderse y apagarse la fuente de luz en un ciclo en un periodo de 10 segundos durante al menos dos ciclos, sin un aumento apreciable de la temperatura máxima entre ciclo y ciclo.
35

[0035] Un objetivo de la presente invención es proporcionar un ensamblaje de circuito que posea una mejor capacidad de difusión de calor.

40 [0036] Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un disipador de calor para su uso con una fuente de luz con un ciclo de encendido y apagado en un dispositivo portátil.

[0037] Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un disipador de calor fabricado con material flexible con el fin de permitir una fácil instalación del disipador de calor y del sustrato y LED adjuntos dentro del dispositivo portátil.

45 [0038] Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un ensamblaje de circuito para un LED en un dispositivo electrónico portátil, el cual permite el funcionamiento de la fuente de luz con un incremento de la intensidad, el brillo, la luminosidad y/o la luminancia.

50 [0039] La presente invención conseguirá estos y otros objetivos, en la que un disipador de calor fabricado con un material de grafito se utiliza con una fuente de luz montada sobre un sustrato unido al disipador de calor con el dispositivo portátil.

55 [0040] Otros objetivos, características y ventajas adicionales de la presente invención resultarán fácilmente evidentes para los expertos en este campo tras una lectura de la siguiente descripción cuando se considera en conjunción con los dibujos que la acompañan.

Breve descripción de los dibujos

60 [0041] La Figura 1 es una vista en alzado de un teléfono móvil típico del estado de la técnica en el que se muestra una cámara montada sobre una parte trasera del mismo, y en el que se muestra en líneas discontinuas una representación de la ubicación de un ensamblaje de circuito que posee un LED montado en un circuito flexible, el cual está montado a su vez sobre una base de laminado de fibra de vidrio.

65 [0042] La Figura 2 es una vista en alzado ampliada del ensamblaje de circuito utilizado en el dispositivo del estado de la técnica de la Figura 1.

[0043] La Figura 3 es una vista en alzado y de sección tomada a lo largo de la línea 3-3 del ensamblaje de circuito del estado de la técnica de la Figura 2.

[0044] La Figura 4 es una vista en alzado del ensamblaje de circuito de la presente invención en la que se monta un LED en un circuito flexible que está montado a su vez sobre un disipador de calor de grafito. En la realización de la Figura 4, el circuito flexible está sustancialmente montado en el centro del disipador de calor.

[0045] La Figura 5 es una vista similar a la Figura 4, y en la misma se muestra un circuito flexible montado de forma descentrada con respecto al disipador de calor.

[0046] Las Figuras 6-9 son vistas en alzado en sección transversal tomadas a lo largo de la línea XX de la Figura 4, en las que se muestran diversas realizaciones alternativas del ensamblaje de circuito de la presente invención.

[0047] En la Figura 6 se muestra un LED montado en un circuito flexible que está montado a su vez sobre un disipador de calor de grafito.

[0048] En la Figura 7 se muestra un ensamblaje de circuito similar al de la Figura 6, excepto por la adición de una vía térmica que se extiende a través del circuito flexible y del disipador de calor de grafito.

[0049] En la Figura 8 se muestra un LED montado sobre un circuito flexible, el cual está montado sobre una base de laminado de fibra de vidrio montada a su vez sobre un disipador de calor de grafito.

[0050] En la Figura 9 se muestra un LED montado sobre una placa de circuito impreso que está montada a su vez sobre un disipador de calor de grafito.

[0051] La Figura 10 es una vista en alzado de un dispositivo portátil de la presente invención que muestra en líneas discontinuas la ubicación aproximada del disipador de calor de grafito de la presente invención dentro de la carcasa del dispositivo portátil.

[0052] La Figura 11 es una representación gráfica de la temperatura en comparación con el tiempo para un LED del estado de la técnica como el de las Figuras 1-3, que funciona en modo de flash.

[0053] La Figura 12 es una representación gráfica de la temperatura en comparación con el tiempo para la fuente de luz de la presente invención, que funciona en modo de flash, y muestra temperaturas de funcionamiento significativamente inferiores y tiempos de recuperación mucho más rápidos en comparación con los resultados del estado de la técnica de la Figura 11.

[0054] La Figura 13 es una representación de gráfico de barras de la temperatura máxima en comparación con diversas dimensiones posibles del disipador de calor de grafito de la presente invención.

[0055] La Figura 14 es un diagrama representativo de la potencia máxima que se suministra a la fuente de luz LED y de la temperatura máxima correspondiente en la unión entre el LED y el sustrato subyacente.

[0056] La Figura 15 es una representación en gráfico de barras de los datos de la Figura 14.

[0057] La Figura 16 es una representación gráfica de la temperatura en comparación con el tiempo para la fuente de luz LED de la estructura del estado de la técnica de las Figuras 1-3, que funciona en un modo continuo o de "linterna".

[0058] La Figura 17 es una ilustración gráfica de la temperatura en comparación con el tiempo para el ensamblaje de circuito de la presente invención, que muestra las temperaturas de funcionamiento significativamente más bajas obtenidas en el modo de linterna con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

[0059] La presente invención se basa en el descubrimiento de que se puede mejorar sustancialmente el funcionamiento térmico de una fuente de luz en ciclo en un dispositivo portátil mediante la adición de un disipador de calor de grafito. La fuente de luz, que es preferentemente un LED, puede funcionar a niveles de potencia sustancialmente incrementados, proporcionando así una mejor iluminación, a la vez que sigue funcionando a temperaturas que se han reducido significativamente. El uso de grafito como disipador de calor también ayuda por lo que respecta a factores mecánicos, como por ejemplo la facilidad de instalación del ensamblaje dentro del dispositivo portátil.

[0060] Por el término "ensamblaje de circuito" se entiende un ensamblaje que incluye uno o varios circuitos electrónicos ubicados en un material dieléctrico, y puede incluir laminados en los que uno o varios de los circuitos están intercalados entre las capas de material dieléctrico. Entre los ejemplos específicos de ensamblajes de circuitos figuran los circuitos impresos y circuitos flexibles que son conocidos para los expertos en esta materia.

[0061] Antes de describir la manera en que la invención mejora los materiales actuales, es necesario realizar una breve descripción del grafito y de su formación en láminas flexibles, que se convertirán en el disipador de calor primario para la formación de los productos de la invención.

5 **[0062]** El grafito natural 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 la 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 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 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 asuman diferentes formas.

10 **[0063]** Los materiales de partida de grafito natural 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 grafitización de aproximadamente 1,0. Tal y como se utiliza en esta divulgación, el término "grado de grafitización" se refiere al valor "g" de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

20 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 los grafitos naturales procedentes de diferentes fuentes.

25 **[0064]** Los materiales de partida de grafito natural 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 grafitización y estos puedan ser exfoliados. En general, cualquier material que contenga carbono, cuya estructura de cristal posea el grado necesario de grafitización y pueda ser exfoliado, resulta apropiado para su uso con la presente invención. Este grafito posee preferentemente una pureza de al menos aproximadamente 80% en 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%.

30 **[0065]** Shane *et ál.*, en la patente estadounidense nº 3.404.061, describen un método común para la fabricación de láminas de grafito natural. 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 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. Alternativamente, se puede utilizar un potencial eléctrico para causar 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.

35 **[0066]** 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, o 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.

40 **[0067]** 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. 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.

[0068] Las partículas de escama de grafito tratadas con solución de intercalación pueden entrar en contacto 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 dietilenglicol, 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 de entre aproximadamente un 0,5% y un 4% por peso de las partículas de escama de grafito.

[0069] 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 de 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 preferentemente 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.

[0070] 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 representativos 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 representativos de ácidos dicarboxílicos. El oxilato de dimetil y el oxilato de dietil son representativos de los ésteres alquilos. El ácido ciclohexano carboxílico es representativo 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 representativos 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 representativos de los ácidos aromáticos hidroxilados. Entre los ácidos policarboxílicos destaca el ácido cítrico.

[0071] 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 un 0,2% y aproximadamente un 10% por peso de la escama de grafito.

[0072] Después de intercalar la escama de grafito, y tras la mezcla de la escama de grafito recubierto con intercalante intercalada con el agente reductor orgánico, la mezcla se expone a temperaturas en un rango de 25 °C a 125 °C para promover la reacción del agente reductor y el revestimiento intercalante. El periodo de calentamiento es de hasta aproximadamente 20 horas, con periodos más cortos de calentamiento, por ejemplo, de al menos aproximadamente 10 minutos, para temperaturas más altas en la gama indicada anteriormente. Se pueden emplear tiempos de una media hora o inferiores, por ejemplo, del orden de 10 a 25 minutos, a temperaturas más altas.

[0073] Las partículas de grafito tratadas de esta manera se denominan en ocasiones “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 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", 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 (en el presente denominadas láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado) a las que, a diferencia de las escamas de grafito originales, se les puede dar forma y cortar para que asuman diferentes formas.

[0074] Las láminas y hojas de grafito flexible poseen cohesión, una buena resistencia a la manipulación y están adecuadamente comprimidas, por ejemplo mediante un prensado por rodillo, hasta alcanzar un espesor de aproximadamente 0,075 mm a 3,75 mm y una densidad típica de aproximadamente 0,1 a 1,5 gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). Se pueden mezclar aproximadamente entre 1,5% y 30% por peso de aditivos cerámicos con las escamas de grafito intercalado, tal y como se describe en la patente estadounidense nº 5.902.762 (que se incorpora al presente como referencia) con el fin de proporcionar una impregnación mejorada de resina 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 1100 °C, y preferentemente hasta aproximadamente 1400 °C o temperaturas superiores. Las partículas adecuadas de fibra cerámica están compuestas de fibras de vidrio de cuarzo maceradas, fibras de grafito y carbono, fibras de circonita, 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.

[0075] Los métodos descritos anteriormente para la intercalación y exfoliación de las escamas de grafito pueden ser mejorados de forma beneficiosa mediante un tratamiento previo de la escama de grafito a temperaturas de grafitización, es decir, a temperaturas dentro un intervalo comprendido entre aproximadamente 3000 °C y temperaturas superiores, y mediante la inclusión en el agente intercalante de un aditivo de lubricación, como se describe en la Solicitud Internacional de Patente nº PCT/US02/39749, publicada como WO 2003 051 772 A.

[0076] 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 sin la fase de recocido. Las temperaturas utilizadas para la fase de recocido no deberían encontrarse significativamente por debajo de los 3000 °C, ya que temperaturas que sean incluso solamente 100 °C más bajas producen una reducción sustancial de la expansión.

[0077] El recocido de la presente invención se lleva a cabo 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 se producirá 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, puede repetirse la fase de intercalación para obtener los mejores resultados.

[0078] 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 grafitización; las temperaturas que se utilizan aquí, en el rango de los 3000 °C, se encuentran en el extremo superior del rango que se utiliza en los procesos de grafitización.

[0079] 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 que "fluyan libremente". 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 del área y una mayor resistencia a la tracción. El aditivo de lubricación es preferentemente un hidrocarburo de cadena larga, y se prefiere aún más que se sea un hidrocarburo con al menos 10 átomos de carbono. También se pueden utilizar otros compuestos orgánicos con grupos de hidrocarburos de cadena larga, incluso si otros grupos funcionales se encuentran presentes.

[0080] 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 menor tendencia 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.

5 **[0081]** 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.

10 **[0082]** Las láminas de grafito natural de la presente invención pueden, si así se desea, utilizar partículas de láminas de grafito re trituradas en vez de gusanos expandidos recientemente, como se describe en la patente estadounidense nº 6.673.289 concedida a Reynolds, Norley y Greinke. Las láminas pueden ser un material de lámina recién formado, un material de lámina reciclado, un material de lámina de desecho o pueden proceder de cualquier otra fuente apropiada.

15 **[0083]** Asimismo, los procesos de la presente invención pueden utilizar una mezcla de materiales vírgenes y materiales reciclados.

20 **[0084]** El material de origen para los materiales reciclados puede ser láminas o partes recortadas de láminas que han sido moldeadas por compresión, como se ha descrito anteriormente, o láminas que han sido comprimidas con, por ejemplo, rodillos de precalandrado, pero que todavía no se han impregnado de resina. 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 pueden mezclar con escamas de grafito natural.

25 **[0085]** 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 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 tendrán un tamaño de partícula no superior a aproximadamente una malla de 0,841mm (20 U.S. mesh). Puede ser deseable enfriar la lámina de grafito cuando está impregnada con resina a medida que se la tritura con el fin de evitar los daños por calor al sistema de resina durante el proceso de trituración.

30 **[0086]** 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 unas 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.

35 **[0087]** Una vez que se ha triturado el material de origen se procede a continuación a su reexpansión. Esta reexpansión puede producirse sirviéndose del proceso de intercalación y exfoliación descrito anteriormente, así como aquellos descritos en la patente estadounidense nº 3.404.061 concedida a Shane *et ál.* y en la patente estadounidense nº 4.895.713 concedida a Greinke *et ál.*

40 **[0088]** Normalmente, tras la intercalación las partículas se exfolian mediante el calentamiento de las partículas intercaladas en un horno. Durante esta fase de exfoliación pueden añadirse escamas de grafito naturales intercaladas 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 cm³/g y hasta unos 350 cm³/g o más. Por último, después de la fase de reexpansión, las partículas reexpandidas pueden comprimirse en láminas flexibles, como se ha descrito anteriormente.

45 **[0089]** De conformidad con la invención, las láminas de grafito preparadas de conformidad con la descripción anterior (que típicamente poseen un espesor de entre aproximadamente 0,075 mm y aproximadamente 10 mm, pero que puede variar dependiendo, por ejemplo, del grado de compresión utilizado) pueden ser tratadas 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, además de "fijar" la morfología de la lámina. La cantidad de resina contenida en las láminas de grafito impregnadas de epoxi debería ser suficiente para garantizar que la estructura final curada y ensamblada es densa y cohesiva, y a la vez que la conductividad térmica anisotrópica asociada con una estructura de grafito densificada no sufre un impacto negativo. El contenido de resina apropiado es preferentemente de al menos aproximadamente un 5% por peso, se prefiere que sea de aproximadamente entre un 10% y un 35% por peso, y de forma apropiada que llegue hasta aproximadamente un 60% por peso.

[0090] Las resinas que resultan especialmente útiles en la realización de la presente invención incluyen los sistemas de resinas con base acrílica, epoxi y fenólica, los fluoropolímeros o las mezclas de los mismos. Entre los sistemas de resina epoxi apropiados figuran los basados en éter diglicídico de bisfenol A (DGEBA) y otros sistemas de resina multifuncionales; las resinas fenólicas que se pueden utilizar incluyen las de resol y novolac. Opcionalmente, el grafito puede ser impregnado con fibras y/o sales, además o en lugar de la resina. Adicionalmente, pueden utilizarse los aditivos reactivos o no reactivos con el sistema de resina para modificar las propiedades (como por ejemplo la pegajosidad, el flujo de material, la hidrofobicidad, etc.).

[0091] En la patente estadounidense nº 6.706.400, concedida a Mercuri, Capp, Warddrip y Weber, se muestra un tipo de aparato para la formación continua de materiales de grafito natural impregnados con resina y comprimidos.

[0092] De forma ventajosa, cuando las láminas de partículas comprimidas de grafito exfoliado están impregnadas con resina, después de la fase de compresión (por ejemplo, mediante un calandrado), los materiales impregnados se cortan en trozos de tamaño adecuado y se colocan en una prensa, donde se cura la resina a una temperatura elevada. Asimismo, se pueden utilizar las láminas de grafito natural en forma de un laminado, el cual se puede preparar mediante el apilamiento conjunto de las láminas de grafito individuales en la prensa.

[0093] La temperatura utilizada en la prensa debería ser suficiente para garantizar que se densifica la estructura de grafito a la presión de curado, mientras que las propiedades térmicas de la estructura no se ven afectadas negativamente. En general, esto requerirá una temperatura de al menos aproximadamente 90 °C, y normalmente de hasta aproximadamente 200 °C. Más preferentemente, la curación se realiza a una temperatura de entre aproximadamente 150 °C y 200 °C. La presión empleada para el curado será hasta cierto punto una función de la temperatura utilizada, pero será suficiente para garantizar que la estructura de grafito es densificada sin afectar negativamente las propiedades térmicas de la estructura. Generalmente, para facilitar la fabricación, se utilizará la presión mínima requerida para densificar la estructura hasta alcanzar el grado necesario. Dicha presión será generalmente de al menos aproximadamente 7 megapascales (Mpa, equivalente a aproximadamente 1000 psi (libras por pulgada cuadrada)), y no necesita ser superior a aproximadamente 35 Mpa (equivalente a aproximadamente 5000 psi), y más comúnmente será de entre aproximadamente 7 y aproximadamente 21 Mpa (de 1000 a 3000 psi). El tiempo de curado puede variar dependiendo del sistema de resina y de la temperatura y presión empleadas, pero generalmente se encontrará en un intervalo que oscila entre aproximadamente 0,5 horas y 2 horas. Después de haberse completado el curado, se comprobará que los materiales tienen una densidad de al menos aproximadamente 1,8 g/cm³ y normalmente de entre aproximadamente 1,8 g/cm³ y 2,0 g/cm³.

[0094] De forma ventajosa, cuando las láminas de grafito natural se presentan como un laminado, la resina presente en las láminas impregnadas puede actuar como el adhesivo para el laminado. Sin embargo, de conformidad con otra realización de la invención, las láminas de grafito natural calandradas e impregnadas se recubren con un adhesivo antes de [ser] apiladas y curadas. Entre los adhesivos apropiados figuran los adhesivos con una base de resina epoxi, acrílica o fenólica. Las resinas que resultan especialmente útiles en la realización de la presente invención incluyen los sistemas de resina con base fenólica, entre las que figuran las resinas de resol y novolac.

[0095] Aunque la formación de láminas mediante el calandrado o el moldeo es el método más frecuente de formación de los materiales de grafito útiles en la práctica de la presente invención, también se pueden emplear otros métodos de formación.

[0096] Como se ha señalado anteriormente, el grafito utilizado también puede ser películas de polímero grafitizadas.

[0097] Para su uso como un disipador de calor de conformidad con la presente invención, las láminas de grafito poseen una conductividad térmica en el plano que es similar o superior a la del cobre, pero con una fracción del peso de cobre. Más específicamente, los compuestos exhiben conductividades térmicas en el plano de al menos aproximadamente 220 W/m²K, preferentemente de al menos aproximadamente 300 W/m²K, con conductividades térmicas a través del plano inferiores a aproximadamente 15 W/m²K, y se prefiere aún más que sean inferiores a aproximadamente 10 W/m²K.

La construcción del estado de la técnica de las Figuras 1-3

[0098] Por lo que respecta ahora a las Figuras 1-3, en las mismas se ilustra una construcción típica convencional del estado de la técnica de un LED de flash en un dispositivo portátil, como por ejemplo un teléfono móvil.

[0099] En la Figura 1 se muestra una vista posterior en alzado de un teléfono móvil (10). El teléfono móvil (10) incluye una cámara orientada hacia atrás (12) con una fuente de luz (14) adyacente a la cámara (12).

[0100] En líneas discontinuas indicadas por el numeral 16 se muestra el contorno y la ubicación general dentro de la carcasa del teléfono móvil (10) de un ensamblaje de circuito (18), el cual se muestra en una vista ampliada en las Figuras 2 y 3.

[0101] El ensamblaje de circuito (18) incluye un LED de flash (20) situado sobre un circuito flexible (22) que está soportado por una almohadilla de refuerzo (24).

[0102] En una cámara típica del estado de la técnica, por ejemplo un modelo Nokia 6280, el LED (20) puede ser un modelo de flash Lumileds LUXEON LXCL-PWF1, que tiene una longitud aproximada (26) de 2,0 mm, una anchura (28) de 1,6 mm y un espesor (30) de 0,7 mm. El circuito flexible (22) está formado sobre una base de poliimida y tiene una longitud (32) de 5 mm, una anchura (34) de 5 mm y un espesor como el que se observa en la Figura 3 de 0,0254 mm. El circuito flexible con base de poliimida (22) posee una conductividad térmica de 0,37 W/mK. El material de poliimida puede denominarse de forma más general como una capa dieléctrica, y a menudo está formado por material de polímero o incluso por una capa cerámica, como por ejemplo la alúmina.

[0103] La almohadilla de refuerzo (24) tiene unas dimensiones idénticas de longitud y anchura (32 y 34) a las de la caja flexible (24), a saber, 5 mm x 5 mm, y tiene un espesor (36) como el que se observa en la Figura 3 de 0,381 mm. La almohadilla de refuerzo (24) es a menudo un material como el FR4, que tiene una conductividad térmica de aproximadamente 0,4 W/mK.

[0104] El teléfono móvil (10) tiene una longitud (11) de 7,62 cm (3 pulgadas), una anchura (13) de 3,81 cm (1,5 pulgadas) y un espesor (no mostrado) normal al plano de la Figura 1 de aproximadamente 0,635 cm (0,25 pulgadas).

[0105] El diseño del estado de la técnica de las Figuras 1-3 se suele operar a una potencia de 500 mA en el modo de flash y solo a 100 mA en el modo de linterna. Se puede utilizar el modo de linterna para filmar vídeos, pero el uso principal actual es para funciones de enfoque automático de la cámara para tomar fotografías cuando las condiciones ambientales de luz son insuficientes. Esto tiene un impacto directo sobre la calidad de la imagen.

La presente invención de las Figuras 4-10

[0106] Por lo que respecta ahora a la Figura 10, en la misma se muestra una vista posterior en alzado de un teléfono móvil u otro dispositivo electrónico portátil (100) de la presente invención. El dispositivo (100) tiene una cámara (102) situada en el mismo y una fuente de luz LED (104) adyacente a la cámara (102). El contorno del perfil exterior de la fuente de luz LED (104) y su ensamblaje de circuito asociado (110) se muestran en líneas discontinuas (106).

[0107] En la Figura 4 se muestra una vista en alzado del ensamblaje de circuito (110) de la fuente de luz LED (104) del dispositivo (100).

[0108] Las Figuras 6, 7, 8 y 9 constituyen vistas en sección transversal del ensamblaje de circuito (110) tomadas a lo largo de la línea X-X de la Figura 4, y cada una de las vistas de las Figuras 6, 7, 8 y 9 muestra construcciones alternativas del ensamblaje de circuito (110). Se identifican las realizaciones de las Figuras 6, 7, 8 y 9 como 110A, 110B, 110C y 110D, respectivamente.

[0109] En cada caso, el ensamblaje de circuito (110) incluye un sustrato (112) que a su vez incluye un circuito eléctrico (113). Como se puede observar en la Figura 6, el sustrato (112) tiene una primera y segunda superficies principales (114 y 116) que son generalmente planas. En la realización mostrada en la Figura 6, el sustrato (112A) es un circuito flexible. El sustrato (112A) incluye una capa dieléctrica formada, como por ejemplo una formada de un material polimérico como la poliimida.

[0110] En la vista en alzado de la Figura 4, el sustrato (112) tiene una forma rectangular; por supuesto, el sustrato (112) puede tener cualquier forma deseada, ya sea rectangular, circular o irregular.

[0111] El ensamblaje de circuito (110) incluye un diodo emisor de luz (LED) (122) situado de forma adyacente a la primera superficie principal plana (114) del sustrato (112) y conectado al circuito eléctrico (113). También se pueden utilizar múltiples fuentes de LED. El LED (122) está en contacto con la superficie (114) del sustrato (112) a través de un área determinada de superficie de LED (122), y se encuentra en contacto térmico con la superficie (114) del sustrato (112) en un área determinada, denominada el perfil (122a) (por contacto térmico se entiende una relación espacial lo suficientemente cercana como para que el calor generado por el LED (122) sea transferido al sustrato (112) a través del perfil (122a) []).

[0112] El ensamblaje de circuito (110) incluye además un disipador de calor (124) construido con grafito, que en general se puede describir como uno que incluye una lámina de partículas comprimidas de grafito exfoliado o una película de polímero grafitizado. El disipador de calor (124) puede tener cualquier espesor deseado y puede ser una laminación de una pluralidad de láminas de grafito, tal y como se ha descrito anteriormente. Se coloca el disipador de calor (124) en una asociación de conducción de calor con la segunda superficie principal (116) del sustrato (112). El disipador de calor (124) en sí tiene un área de superficie que es mayor que el perfil (122a) del LED (122), como se puede observar en la Figura 4. Como resulta aparente en la Figura 4, la dimensión máxima del disipador de calor

(126) es mayor que el perfil (122a) del LED (122), lo que proporciona una mejor difusión de la energía térmica y una reducción de las temperaturas máximas del LED (122).

[0113] Las dimensiones del LED (122) y el sustrato o circuito flexible (112) en la Figura 4 pueden, por ejemplo, ser idénticas a las del LED (20) y circuito flexible (22) del estado de la técnica, que se han descrito anteriormente con respecto a las Figuras 2 y 3. Por lo tanto, es evidente que el LED (122) tiene una dimensión máxima de LED que puede ser la diagonal del LED rectangular (122), como se puede observar en la Figura 4, que es inferior a la dimensión máxima del disipador de calor (126).

[0114] Se apreciará que el LED (122) y el disipador de calor (124) pueden estar unidos a la primera y segunda superficies principales (114 y 116) del sustrato (112), ya sea directamente o mediante diversas interfaces térmicas, como por ejemplo una grasa térmica, una lámina delgada de material de grafito flexible o cualquier otra interfaz que proporcione una conductividad térmica entre los componentes. Alternativamente, el LED (122) y el disipador de calor (124) pueden estar unidos a la primera y segunda superficies principales (114 y 116) del sustrato (112) mediante el uso de un adhesivo, soldadura o sin ningún tipo de medio de unión.

[0115] El circuito (113) en el circuito flexible de la Figura 6 está formado convencionalmente por cobre, aplicado a la capa dieléctrica por métodos fotolitográficos, pulverización, impresión serigráfica o métodos similares. El circuito también puede estar formado por una tinta conductora aplicada a la [capa] dieléctrica mediante, por ejemplo, procesos de impresión o serigrafía.

[0116] En la Figura 7 se muestra una realización alternativa que es similar a la de la Figura 6, excepto por la adición de una vía térmica (128) sobre la que se monta el LED (122). La vía térmica puede ser un bloque cilíndrico de material de alta conductividad térmica como el cobre y, como se muestra en la Figura 7, la vía (128) se extiende a través del sustrato o circuito flexible (112B), introduciéndose y atravesando el material de grafito del disipador de calor (124B).

[0117] Se puede construir la vía térmica (128) de muchas maneras diferentes y se puede usar cualquiera de las realizaciones de vía térmica que se muestran en la descripción de la solicitud de patente principal estadounidense pendiente nº 11/339.338, titulada *Heat Spreaders With Vias* ("Disipadores de calor con vías"), presentada el 5 de enero de 2006 y publicada como US 2007 0 102 142 [para] el cesionario de la presente invención [sic]. La vía térmica (128) se extiende a través del sustrato (112B) para acoplarse térmicamente con el disipador de calor (124B), y el LED (122) se monta sobre la vía térmica (128).

[0118] En la Figura 8 se muestra otra realización alternativa del ensamblaje de circuito (110C). En la realización de la Figura 8, una almohadilla de refuerzo (130) está ubicada entre el circuito flexible (112) y el disipador de calor de grafito (124). En este caso la almohadilla (130) y el circuito flexible (112) pueden definirse colectivamente como el sustrato, y el LED (122) se encuentra montado sobre la primera superficie principal (114C) del sustrato y el disipador de calor (124) está unido a la segunda superficie principal (116C) del sustrato.

[0119] En la Figura 9 se muestra una versión final del ensamblaje de circuito (110D) que posee el LED (122) montado en un sustrato (112D) que en esta realización es una placa de circuito impreso fabricada con material FR4 con el circuito eléctrico (113) impreso sobre la misma. El LED (122) está montado sobre una primera superficie principal (114D) de la placa de circuito impreso (112D) y el disipador de calor (124) está unido a la segunda superficie principal (116D) de la placa de circuito impreso (112D).

[0120] Para la placa de circuito impreso (112D), la capa dieléctrica puede ser [una capa] convencional en la industria de placas de circuito impreso, como por ejemplo una fibra de vidrio con resina (FR4), formada preferentemente como un laminado; politetrafluoroetileno (PTFE), disponible comercialmente como un material de la marca Teflon®; y PTFE expandido, a veces denominado ePTFE, así como versiones embebidas o impregnadas de resina de los anteriores materiales, una cerámica como la alúmina y productos similares.

[0121] En la Figura 5 se muestra otra variación del ensamblaje de circuito (110), que en este caso se designa como (110E). La diferencia entre el ensamblaje de circuito (110E) de la Figura 5 y el ensamblaje de circuito (110) de la Figura 4 consiste simplemente en que el sustrato (112) puede estar situado en cualquier ubicación deseada sobre el disipador de calor (124) y no está necesariamente centrado, como se muestra en la Figura 4. Se apreciará que mientras que la distribución óptima de calor normalmente puede obtenerse con la fuente de calor centrada sobre el disipador de calor (124), ello no es imprescindible y se pueden lograr resultados muy aceptables con un montaje descentrado de la fuente de calor sobre el disipador de calor (124) debido a la conductividad térmica en el plano muy elevada del disipador de calor térmico (124).

Datos comparativos

[0122] La siguiente discusión de los datos de rendimiento comparativos de la presente invención, en contraposición con un sistema del estado de la técnica como el que se muestra en las Figuras 1-3, centra su

atención en la realización de la Figura 6, en la cual el LED (122) está montado sobre un circuito flexible (5 mm x 5 mm) (112), que es a su vez está montado sobre el disipador de calor de grafito (124). Se generaron los datos de las Figuras 11-17 mediante un proceso de modelización informatizada.

5 **[0123]** Se entenderá que, en un dispositivo portátil típico en el que el LED (122) se utiliza como una fuente de luz para la cámara (102), la fuente de luz puede operar en uno de dos modos. El primer modo –denominado el modo de flash– consiste, como su nombre indica, en el uso de una intensidad de luz muy brillante durante un periodo de tiempo muy breve con el fin de proporcionar luz en el instante de la toma de una imagen. En el segundo modo de operación –denominado el modo de "linterna"–, la fuente de luz es operada a una intensidad menor pero durante un periodo de tiempo más prolongado, como por ejemplo cuando se desean grabar imágenes de vídeo.

10 **[0124]** En las Figuras 11 y 12 se muestran representaciones gráficas en las que se contrastan las temperaturas de funcionamiento con el tiempo para el sistema del estado de la técnica de las Figuras 1-3 (Figura 11) y para la presente invención, tal y como se muestra en las Figuras 4 y 6 (Figura 12).

15 **[0125]** La temperatura indicada en cada caso es la temperatura en la unión p-n dentro del propio LED (122) (no mostrada), y esta temperatura se denomina normalmente en la industria "Tj". El modo de flash analizado en las Figuras 11 y 12 se modeló como un flash de 3,0 W generado en un pulso de 250 ms y que permite un tiempo de recuperación de 2,5 segundos. El modo de flash de 3,0 W corresponde a 800 mA a 3,75 V.

20 **[0126]** Como se muestra en la Figura 11, en el sistema del estado de la técnica la temperatura de funcionamiento para el primer flash alcanzó aproximadamente 110 °C, y durante el tiempo de ciclo de 2,5 segundos solo se había enfriado a aproximadamente 75 °C, y el segundo flash incrementó las temperaturas de funcionamiento a aproximadamente 170 °C. Como se puede observar en la Figura 11, el sistema del estado de la técnica se incrementa continuamente hasta alcanzar temperaturas de funcionamiento más y más elevadas, de modo que ya en solo el tercer flash la temperatura de funcionamiento ha superado sustancialmente los 200 °C.

25 **[0127]** En comparación con la presente invención, como se muestra en la Figura 12, se puede observar que en la presente invención, en el primer flash la temperatura de funcionamiento solo alcanza aproximadamente los 80 °C y, en el tiempo de ciclo de 2,5 segundos, se recupera a casi la temperatura ambiente, y con el segundo y tercer flashes, solo alcanza temperaturas de funcionamiento ligeramente por encima de los 80 °C. Por consiguiente, con la presente invención cuando opera en modo de flash, la cámara puede emitir flashes repetidamente cada 2,5 segundos con temperaturas de funcionamiento muy aceptables ligeramente superiores a los 80 °C, mientras que con solo algunos flashes en el sistema del estado de la técnica se alcanzan rápidamente temperaturas de funcionamiento inaceptables.

30 **[0128]** Como se muestra en los datos de la Figura 12, el disipador de calor (124) cuenta con las dimensiones apropiadas para que el LED (122) pueda operar en el modo de flash con una duración de flash de aproximadamente al menos 250 ms y un tiempo de recuperación no superior a aproximadamente 2 segundos, a temperaturas ambiente de aproximadamente al menos 20 °C. Esto permite al usuario obtener imágenes mucho más brillantes y también obtener muchas más fotografías con flash por minuto que las permitidas con el sistema del estado de la técnica.

35 **[0129]** En la modelización para el modo de flash mostrado en la Figura 12, el disipador de calor (124) se modeló como un disipador de calor con un espesor de 0,8 mm y una longitud y anchura de 25 mm x 25 mm, construido con un material de grafito natural SPREADERSHIELD™ comercializado por Advanced Energy Technology Inc., y con una conductividad térmica en el plano de aproximadamente 400 W/mK. Más generalmente, el disipador de calor (124) debe tener una conductividad térmica en el plano de al menos aproximadamente 220 W/mK, y más preferentemente de al menos aproximadamente 400 W/mK.

40 **[0130]** En el modo de linterna, los sistemas se modelan utilizando 0,5 W de calor constante generado en el paquete de LED, que se corresponde con una corriente de 150 mA con un voltaje de 3,2 V.

45 **[0131]** En la Figura 13 se muestra, en un formato de gráfico de barras, la Tj calculada para diferentes espesores del material de grafito y para diferentes longitudes y anchuras del disipador de calor (124). Los espesores analizados van desde 0,1 mm a 1,5 mm, las dimensiones planas analizadas van desde 10 mm x 10 mm a 25 mm x 25 mm, y el escudo térmico es analizado como un escudo térmico cuadrado en todos los casos.

50 **[0132]** Como puede deducirse a partir de estos datos, las dimensiones óptimas para el disipador de calor (124) en este análisis particular eran un espesor de 0,8 mm con un área de 25 mm x 25 mm. Este es el paquete de dimensiones para el disipador de calor (124) que se ha utilizado en la modelización de la presente invención, como se ha mostrado en la Figura 12 y en las siguientes Figuras 14, 15 y 17.

55 **[0133]** La Figura 14 consiste en una visualización en tabla de la temperatura máxima de funcionamiento en la unión en grados centígrados para varias potencias de entrada al LED (122) que van desde 0,5 W a 3,0 W. Se

realizaron estas pruebas asumiendo una temperatura ambiente de 20 °C. La Figura 15 es una visualización en gráfico de barras de los mismos datos que la Figura 14.

5 **[0134]** La temperatura de funcionamiento máxima especificada para el Flash Lumileds LUXEON LXCL-PWF es de 135 °C. Como resulta evidente en las Figuras 14 y 15, con el uso de un disipador de calor de 25 mm x 25 mm x 0,8 mm de espesor (124), es posible activar el LED (122) en el modo de linterna (continuo) hasta 1,5 W, lo que corresponde a 350 mA, mientras se consigue una T_j máxima inferior a los 135 °C de límite operativo seleccionado.

10 **[0135]** En las Figuras 16 y 17 se muestra el contraste entre las temperaturas y la curva de tiempo para el sistema del estado de la técnica de las Figuras 1-3 en comparación con la presente invención cuando operan en modo de linterna. Es muy importante tener en cuenta las escalas verticales, drásticamente diferentes, de las Figuras 16 y 17.

15 **[0136]** Los datos de las Figuras 16 y 17 muestran respuestas transitorias utilizando el disipador de calor de 25 mm x 25 mm x 0,8 mm de espesor (124), con el LED (122) activado en el modo de linterna (continuo) con una carga de 1,5 W o 350 mA a 20 °C de temperatura ambiente. Se puede observar cómo, con el sistema del estado de la técnica de las Figuras 1-3, la unidad falla antes de que alcance su temperatura máxima, que se aproxima a los 700 °C, mientras que con el sistema de la presente invención la temperatura máxima permanece por debajo de los 100 °C.

20 **[0137]** Basándose en los datos de la Figura 13, se puede observar que el disipador de calor (124) posee una T_j no superior a 120 °C para espesores comprendidos entre aproximadamente 0,1 mm y aproximadamente 1,5 mm, y para dimensiones planas comprendidas entre 10 mm x 10 mm y 25 mm x 25 mm. Un intervalo de espesor preferido va desde aproximadamente 0,1 mm a 1,0 mm para partículas comprimidas de grafito exfoliado, y desde aproximadamente 0,005 mm a aproximadamente 0,1 mm para películas de polímero grafitizadas.

25 **[0138]** Por consiguiente, como muestran los datos de la Figura 17, el disipador de calor (124) tiene unas dimensiones tales que el LED (122) puede operar en el modo de linterna a niveles de potencia de al menos aproximadamente 350 mA, y a una temperatura ambiente de al menos aproximadamente 20 °C. Este modo de linterna de 350 mA corresponde a un nivel de potencia de al menos aproximadamente 1,5 W. Más generalmente, el disipador de calor (124) tiene tales dimensiones que el LED (122) puede operar en un modo de linterna a un nivel de potencia de al menos aproximadamente 1,0 W, y más preferentemente a aproximadamente 1,5 W, a una temperatura ambiente de al menos aproximadamente 20 °C, todo ello manteniendo la T_j a menos de 135 °C.

30 **[0139]** Los dispositivos del estado de la técnica anterior, como por ejemplo los de las Figuras 1-3, operan actualmente en el modo de linterna solo a niveles de potencia relativamente bajos de 100 mA, pero con la adición del disipador de calor (124) de la presente invención, se permitirá al LED (122) operar con una corriente mucho más alta, tan alta como 1,5 A, incrementando así la salida de luz y el brillo, mientras que a la vez se mantiene la temperatura máxima en la unión entre el LED (122) y el circuito flexible (112) a un nivel aceptable.

35 **[0140]** El disipador de calor (124) construido a partir del material de grafito natural SPREADERSHIELD™, con un espesor de 0,8 mm, es un artículo muy flexible y se apreciará que puede flexionarse y adaptarse fácilmente al circuito flexible (112A, 112B o 112C) y que puede doblarse fácilmente para ser instalado y ajustado dentro de la carcasa (108) del dispositivo portátil (100). Como apreciarán los expertos en este campo, el espacio es un bien escaso en dispositivos electrónicos de tamaño reducido y existen muchos componentes que deben encajar dentro de la carcasa (108). Mediante el uso de un disipador de calor flexible (124) que se puede doblar fácilmente para ser insertado y encajar en el espacio disponible dentro de la carcasa (108), la instalación es mucho más fácil con el disipador térmico flexible de lo que sería con un disipador de calor relativamente rígido, como por ejemplo uno fabricado a partir de cobre.

40 **[0141]** Asimismo, en determinadas circunstancias puede ser deseable encapsular al menos parcialmente la capa de disipador de calor (124) o proporcionar un revestimiento sobre una superficie de la capa de disipador de calor (124) para evitar que el material de partículas sufra un proceso de descamación de la capa de disipador de calor (124). Por ejemplo, existe la percepción entre algunos expertos de que los materiales de grafito son propensos a la descamación. Ya sea cierto o no, proporcionar un recubrimiento con un material polimérico (normalmente aproximadamente inferior a 20 micras de espesor), como material de Mylar, para inhibir la descamación puede disipar esta percepción. En este caso, el material polimérico puede actuar como una capa dieléctrica para el ensamblaje de circuito, puesto que el material usado puede ser eléctricamente no conductor y a la vez lo suficientemente delgado como para no interferir sustancialmente con la conducción térmica a la capa del disipador de calor (124).

45 **[0142]** La capa del disipador de calor (124) no es necesariamente plana, sino que puede incluir una o varias "curvas" y adoptar una forma tridimensional. Esto resulta especialmente ventajoso cuando se desea que el ensamblaje de circuito (110) se encuentre en un plano diferente al de la capa del disipador de calor (124).

50 **[0143]** La descripción anterior tiene como objetivo que un experto en la materia pueda llevar a la práctica la invención. No se pretende incluir todos los detalles de las posibles variaciones y modificaciones que resultarán

evidentes para un experto en la materia al leer la descripción. Sin embargo, se tiene como objetivo que todas estas modificaciones y variaciones estén incluidas dentro del ámbito de la invención definido por las siguientes reivindicaciones. Las reivindicaciones tienen como objetivo abarcar los elementos y pasos indicados en cualquier configuración o secuencia que resulten eficaces para alcanzar los objetivos previstos para la invención, a menos que el contexto indique específicamente lo contrario.

5

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo electrónico portátil (100) que comprende:
una carcasa;
5 una cámara (102) ubicada en la carcasa; y
un ensamblaje de fuente de luz (110) ubicado en la carcasa adyacente a la cámara (102); el ensamblaje de
fuente de luz incluye:
un sustrato (112) que posee una primera (114) y una segunda (116) superficies principales;
10 una fuente de luz de diodo emisor de luz en ciclo (122) adaptada para proporcionar iluminación al objeto
cuya imagen está siendo procesada por la cámara, estando el diodo emisor de luz ubicado de forma
adyacente a la primera superficie principal (114) del sustrato (112); y
que se caracteriza porque el ensamblaje de fuente de luz también incluye un disipador de calor (124) que
comprende una lámina de grafito. El disipador de calor se encuentra en una asociación de conducción de
15 calor con la segunda superficie principal (116) del sustrato (112), y el disipador de calor posee una
conductividad térmica en el plano mayor que la conductividad térmica a través del plano del mismo.
2. El dispositivo de la reivindicación 1, que además comprende:
una vía térmica (128) que se extiende a través del sustrato (112) para acoplarse térmicamente con el
20 disipador de calor (124), estando el LED (122) montado sobre la vía térmica (128).
3. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que:
el sustrato (112) comprende un circuito flexible (112B) que posee una capa dieléctrica formada por un
material de polímero.
- 25 4. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el sustrato (112) y el disipador de calor (124) son flexibles
para facilitar la instalación del ensamblaje de fuente de luz (110) en el dispositivo.
5. El dispositivo de la reivindicación 4, en el que:
el disipador de calor (124) posee un grosor en un intervalo comprendido entre aproximadamente 0,1 mm y
30 aproximadamente 1,5 mm.
6. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la conductividad térmica en el plano del disipador de calor
(124) es de al menos aproximadamente 220 W/mK.
- 35 7. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el disipador de calor (124) posee un tamaño tal que la fuente
de luz (122) puede funcionar en un modo de flash con una duración de flash de aproximadamente al menos 250 ms
y un tiempo de recuperación no superior a aproximadamente 2 segundos, a temperaturas ambiente de
aproximadamente al menos 20 °C.
- 40 8. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la lámina de grafito (124) comprende además una película de
polímero grafitizada.

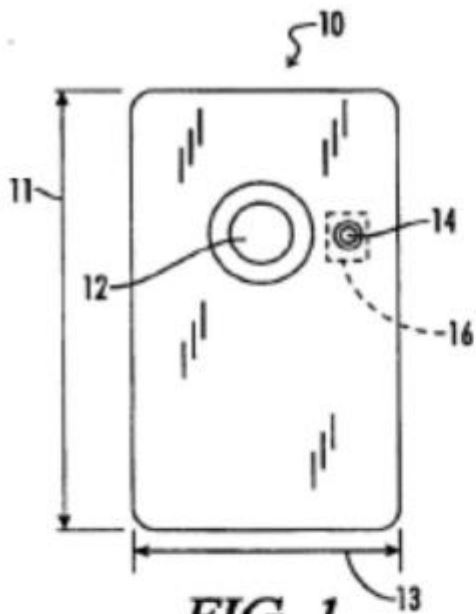


FIG. 1
(ESTADO DE LA TÉCNICA)

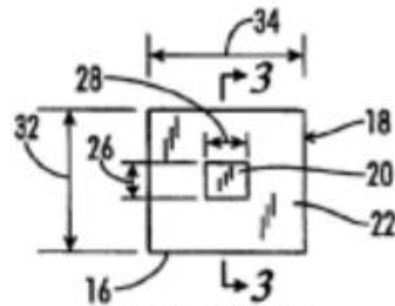


FIG. 2
(ESTADO DE LA TÉCNICA)

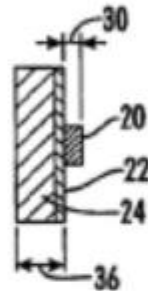


FIG. 3
(ESTADO DE LA TÉCNICA)

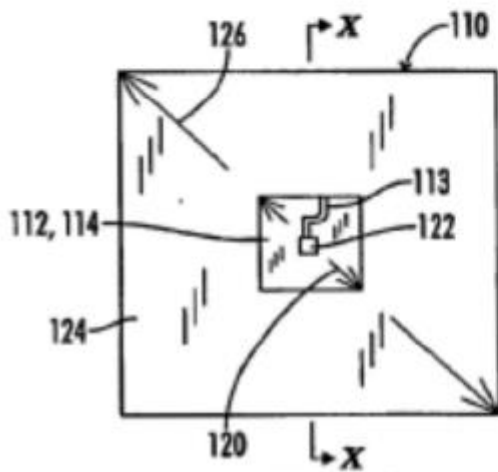


FIG. 4

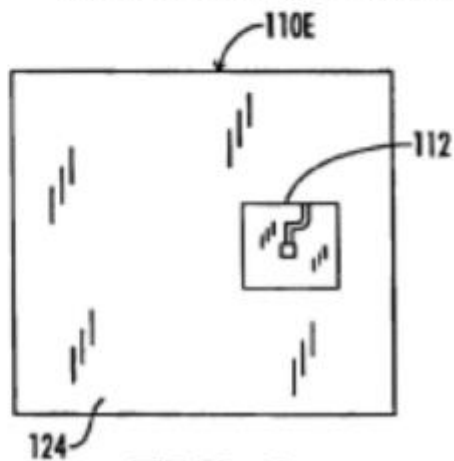
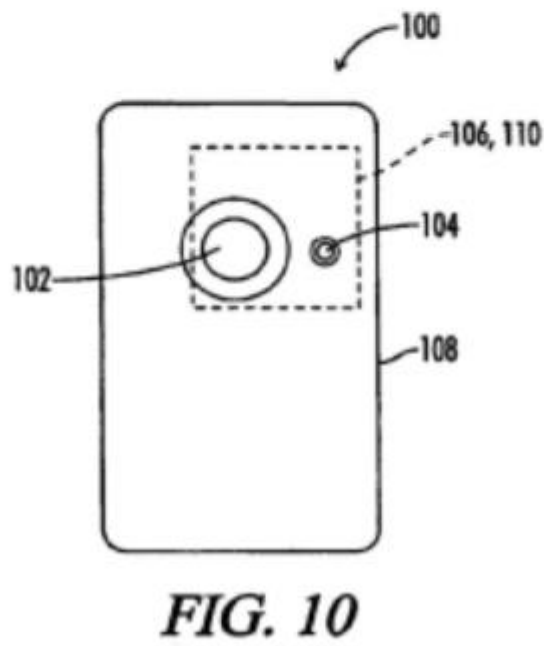
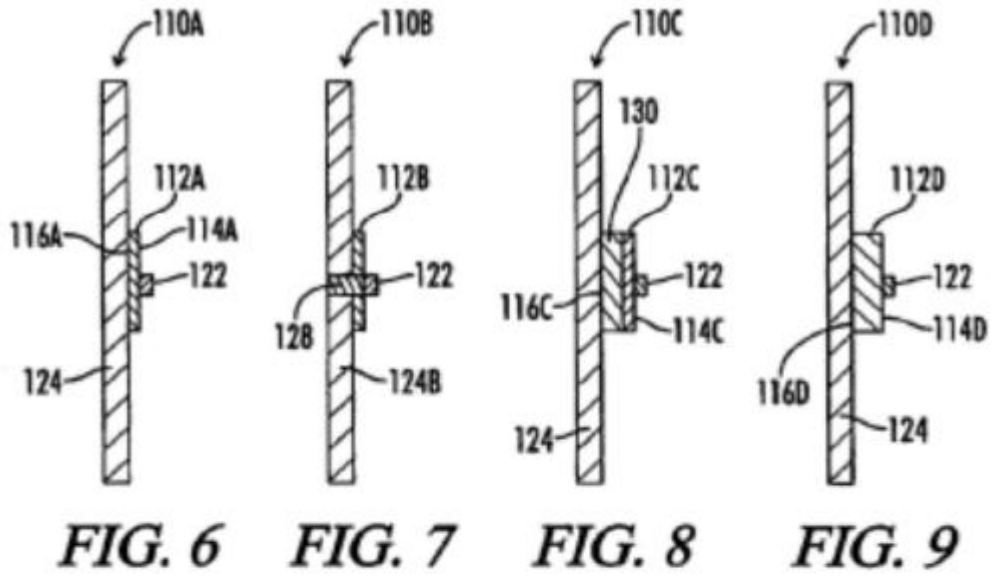


FIG. 5



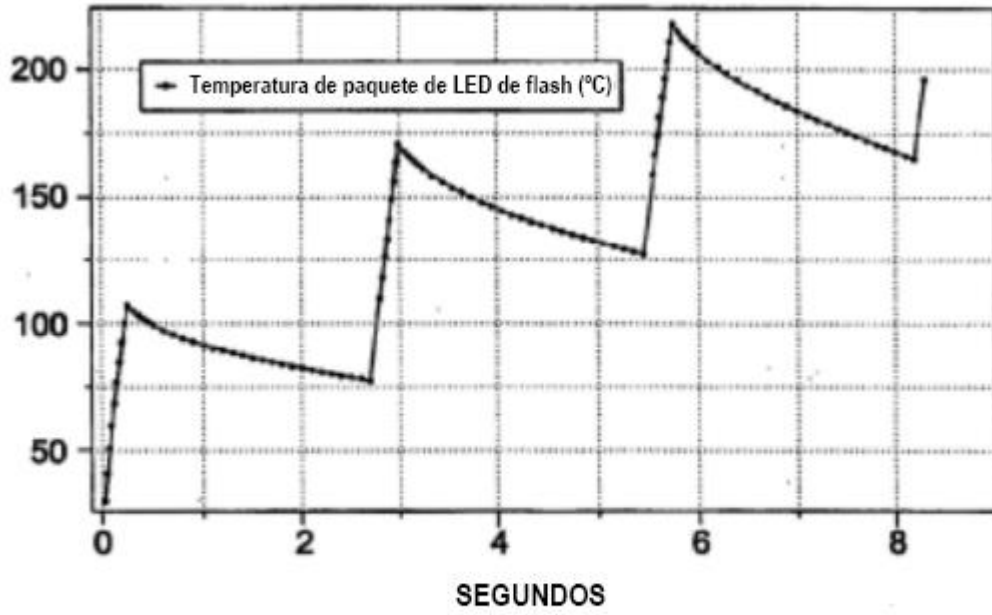


FIG. 11

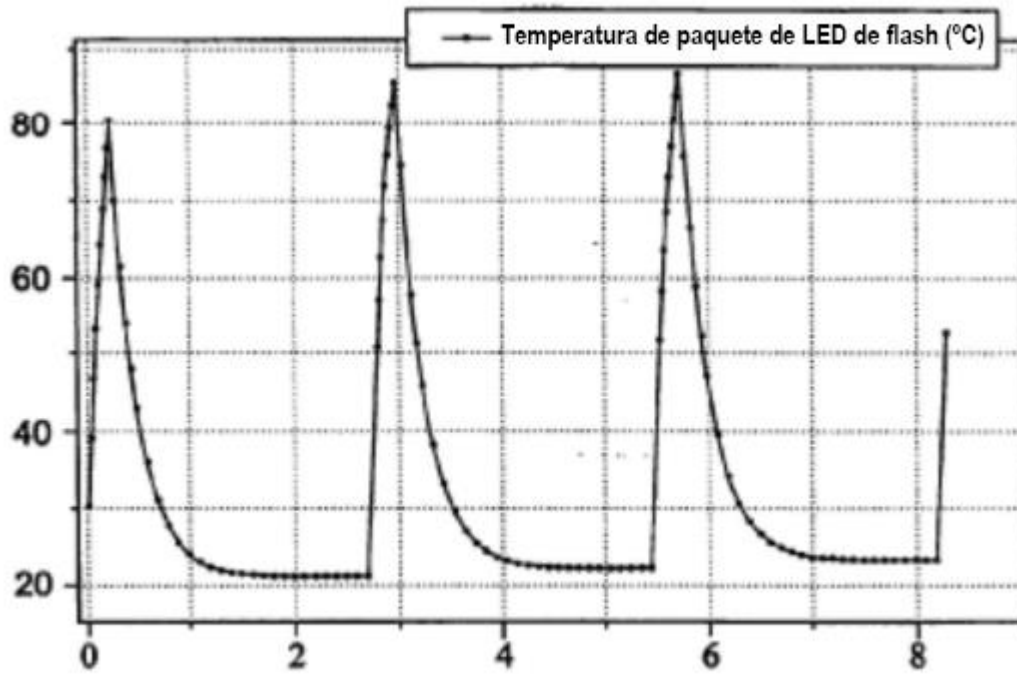


FIG. 12

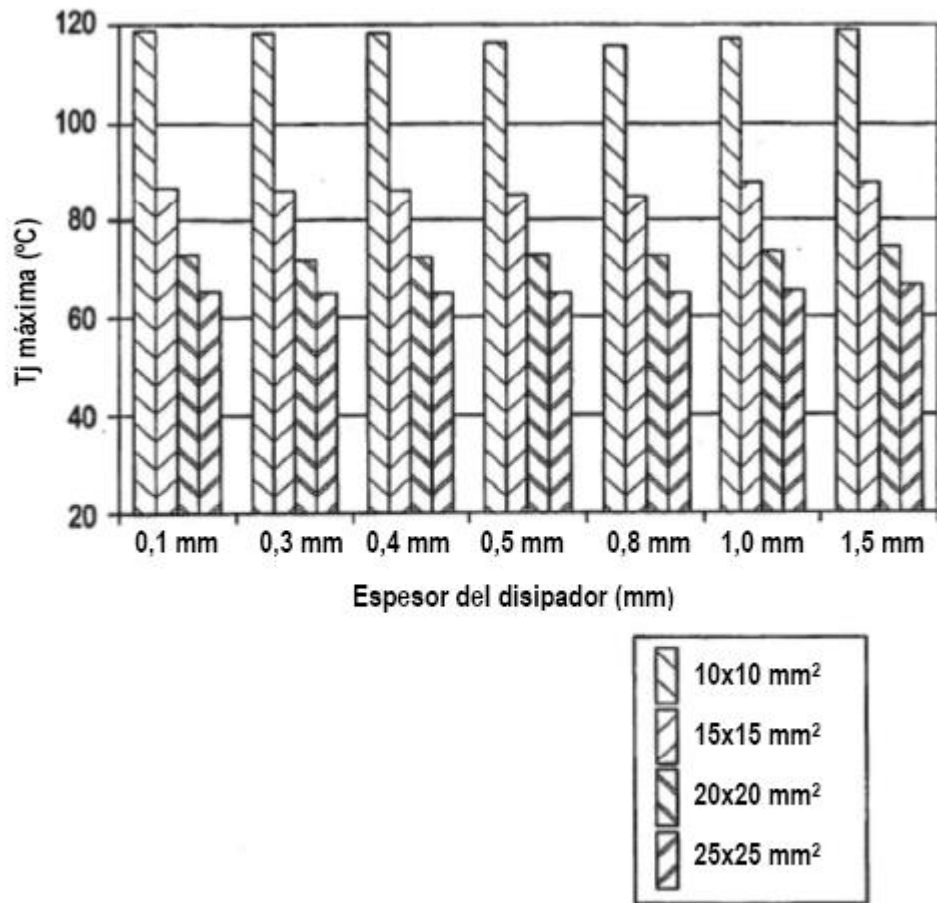


FIG. 13

Potencia de LED (W)	Max. Tj (°C)
0,5	64,2
1,0	100,6
1,5	133,1
2,0	163,6
2,5	193,0
3,0	224,8

FIG. 14

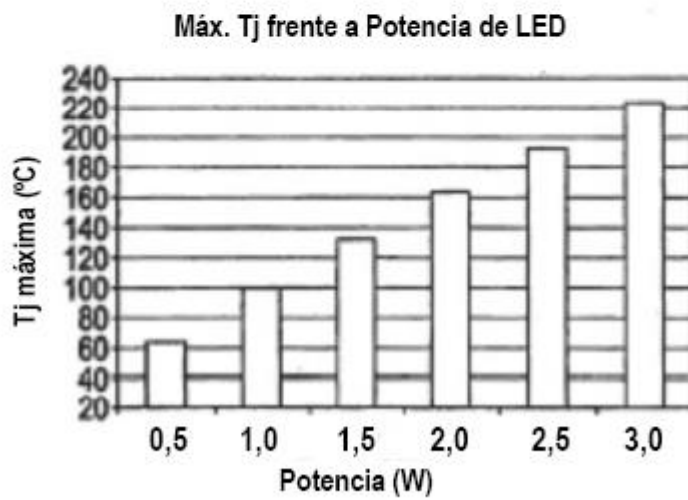


FIG. 15

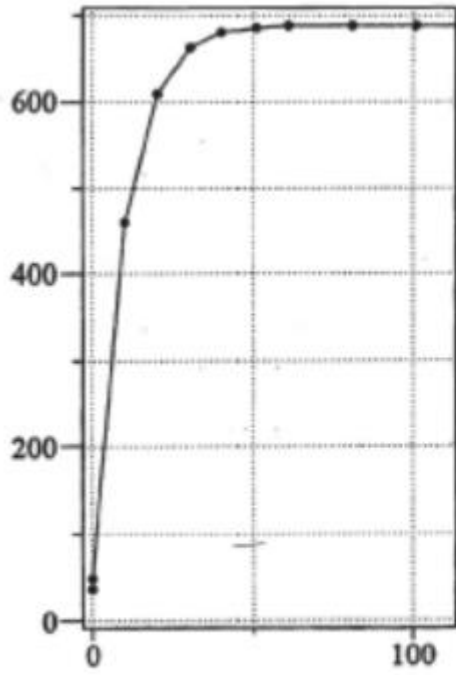


FIG. 16

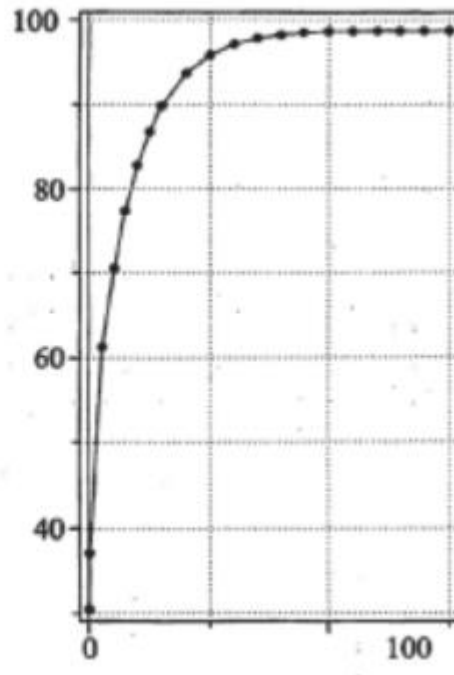


FIG. 17