

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 914**

51 Int. Cl.:

H01L 23/373 (2006.01)

B29C 55/12 (2006.01)

F21V 29/00 (2015.01)

F28F 3/00 (2006.01)

F28F 21/00 (2006.01)

H01L 23/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2013 E 13719621 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2828889**

54 Título: **Material de interfaz térmica**

30 Prioridad:

22.03.2012 US 201261614065 P

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

24.11.2015

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**FLESKENS, BAS y
DEN BOER, REINIER IMRE ANTON**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 551 914 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

Material de interfaz térmica

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de los materiales de interfaz térmica para el control térmico de componentes de generación de calor y de forma más particular a un material de interfaz térmica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente.

10

Antecedentes de la invención

Los materiales de interfaz térmica (TIM) son materiales térmicamente conductores diseñados de forma típica para actuar como una interfaz térmica entre un componente de generación de calor, por ejemplo, un componente eléctrico y un elemento de conducción de calor, por ejemplo, un sumidero de calor o un difusor de calor y para rellenar cualquier hueco o irregularidades que puedan existir en las superficies de contacto del componente de generación de calor y el elemento conductor de calor. Este último aumenta el área de contacto entre el componente de generación de calor y el sumidero de calor, con lo que se reduce de forma efectiva la impedancia térmica entre ellos y permite la transferencia eficiente de calor. Para ser efectivos los TIM presentan preferiblemente resistividad térmica masiva muy baja y una viscosidad suficientemente baja para permitirles fluir lejos de estos puntos de contacto hacia cualquier hueco que pueda existir entre las superficies de contacto. El TIM debe por tanto permanecer en el lugar una vez que fluya y permanecer flexible durante los cambios de temperatura. Si la viscosidad es demasiado baja el TIM puede fluir fuera entre las superficies de contacto dejando huecos y dando lugar a mayor impedancia térmica.

Hay una pluralidad de TIM usados en el mercado, como pasta térmica, o grasa, materiales de cambio de fase, almohadillas térmicas etc. La función más importante de un TIM es garantizar el contacto físico maximizado entre dos interfaces, es decir, las superficies de contacto del componente de generación de calor y el elemento conductor de calor. Solo cuando esta función se consuma la conductividad masiva del TIM comienza a entrar en juego. Sin contacto físico apropiado con ambas interfaces, la conductividad masiva presenta una influencia menor sobre la resistencia térmica. Es por esta razón que la pasta o grasa térmica es normalmente un material térmicamente mejor a pesar (en general) de su conductividad masiva relativamente baja: la pasta se estructura de un modo que presenta capacidades de humectación extremadamente buenas y por tanto establece contacto físico máximo entre las interfaces. Los materiales de cambio de fase, PCM, se diseñan para mostrar comportamiento similar. Por tanto en el diseño de materiales de almohadilla térmica se debe tener mucho cuidado para permitir el máximo contacto físico. La principal clave tras el uso de geles térmicos y rellenos de huecos se basa también en el contacto físico máximo con ambas interfaces. Para todos estos TIM hay una cierta dependencia de presión de contacto del rendimiento térmico de la interfaz que es por lo general la más fuerte para los materiales de almohadilla térmica: cuanto mayor es la presión mejor el contacto físico (mayor área total de contacto). Finalmente hay pegamentos térmicos que superan las prestaciones anteriormente citadas pero también presentan desventajas específicas en sí mismos como se describirá en la siguiente sección.

Debido a que el TIM por lo general requiere una presión de contacto mínima para asegurar el contacto físico y por tanto el rendimiento térmico óptimo, esto complica los diseños del sistema en el sentido de que el sistema tiene que garantizar una presión mínima en todo el periodo de vida útil. El requerimiento de presión de contacto citado anteriormente para rendimiento térmico óptimo presenta un número de desventajas. En primer lugar, un sistema que hace uso de un TIM debe ser diseñado de forma cuidadosa en lo que respecta a la presión de contacto mínima especificada o requerida entre las interfaces que alojan el TIM. Elementos para obtener la presión de contacto pueden ser tornillos, abrazaderas, etc. que aumenta el coste del sistema. Además el montaje con una presión predeterminada sobre las superficies del TIM es difícil, especialmente cuando se usa componentes de plástico o componentes que presentan una cierta tolerancia. La presión aplicada externamente debe ser aplicada con cuidado. Demasiada des-uniformidad geométrica en la presión aplicada puede provocar que las interfaces cambien de forma (por ejemplo, deformación, rizo, etc.) Con esto se da un riesgo claro de que el contacto físico entre el TIM y ambas interfaces se pierda (parcialmente) y por tanto que una presión de contacto aplicada contrarreste el rendimiento térmico, ya que el establecimiento de contacto físico es la función más importante de un TIM como se explicó anteriormente. Adicionalmente la presión de contacto propiamente puede provocar que el TIM se pierda sometido al ciclo térmico conectando y desconectando el dispositivo (uso normal). Este efecto se ha observado muchas veces, especialmente en el caso de pastas térmicas y PCM, donde el TIM contamina subsiguientemente otras partes críticas del sistema. Adicionalmente se deberían seleccionar cuidadosamente un espesor y dureza del TIM en el que respecta a las propiedades o características de ambas superficies interfaciales, tales como rugosidad y curvatura. Esto significa que el TIM seleccionado debería ser capaz de superar las propiedades de superficie especificadas. Finalmente, el pegamento térmico supera en general todas estas prestaciones. Sin embargo, el pegamento presenta una gran desventaja en sí mismo, habiendo riesgos de craqueo y de deslaminación sometido a ciclo térmico inducido por desequilibrios del Coeficiente de Expansión Térmica (CTE) (frecuentemente inherente), especialmente para grandes superficies. Además el pegamento siempre necesita algún tipo de proceso de curado que complica el procedimiento de ensamblaje y aumenta los costes de producción de forma significativa.

65

En el documento US 5.940.687 se describe un adhesivo termoplástico preformado para conectar un paquete electrónico con un sumidero de calor Este desarrollo termoplástico se empareda y el empaquetado y el sumidero de calor se presan uno hacia otro mientras que se calienta todo el ensamblaje.

5

Sumario de la invención

A la vista de lo anterior, un objeto de la invención es proporcionar un material TIM alternativo y mejorado y aplicación de interfaz térmica para TIM y al menos aliviar los problemas descritos anteriormente. Este objeto se consigue mediante un TIM de acuerdo con la presente invención según se define en la reivindicación 1.

10

Por tanto, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un material de interfaz térmica, TIM, que comprende: una capa de TIM que comprende una material de contracción activable. El material de contracción se distribuye en la capa de TIM tal que tras activación del material de contracción el espesor de la capa de TIM se ve aumentado, lo que proporciona deforma ventajosa un mejor material TIM en cuanto a que las dimensiones físicas son al menos parcialmente controlables. Debido a que la capa de TIM presenta una extensión en la dirección x e y que es mucho mayor que en la dirección z, el comportamiento de contracción del material de contracción, siendo por ejemplo fibras de un material de contracción por calor distribuidas al azar en la capa TIM, presenta un efecto dominante en la dirección xy debido a la dimensión relativamente pequeña en la dimensión de la dirección z de la aplicación TIM. Igual contracción en todas las direcciones darán las mayores dimensiones, en la dirección xy, el mayor desplazamiento de material relativo con lo que se empuja al material desde la matriz TIM a lo largo del trayecto, da por tanto un aumento de la dimensión de TIM en dirección z. Preferiblemente la contracción del TIM en la dirección xy debería ser un factor de 5 a 10 veces mayor que en la dirección z para proporcionar un aumento efectivo en el espesor del TIM.

15

20

25

El aumento en altura tras activación del material de materia de contracción se puede usar de forma ventajosa en una interfaz térmica. Por tanto el TIM de acuerdo con la presente invención se aplica entre un componente de generación de calor y un elemento de conducción de calor, por ejemplo, un diodo de emisión de luz, LED, en una tarjeta de circuitos y un sumidero de calor o difusor de calor. La activación del material de contracción del TIM, por ejemplo, con el calor del LED propiamente o por una fuente térmica externa, provoca luego la expansión en altura del TIM. Adicionalmente, restringiendo la separación en la dirección z entre el LED y el sumidero de calor, el espacio confinado resultante en la dirección z para el TIM, la expansión en la dirección z del TIM aumenta la presión de contacto y de este modo el contacto físico con ambas interfaces del LED y el sumidero de calor. De este modo se evita con esto la necesidad de, como en la técnica anterior, proporcionar por otras vías una presión de contacto aportada externamente mínima durante toda la vida útil entre el LED y el sumidero de calor/difusor de calor, por ejemplo, por medio de una sujeción para garantizar una presión de contacto mínima en la vida útil Esto alivia en gran medida el diseño del sistema en lo que respecta a la presión de contacto y proporciona potencialmente un gran ahorro de costes tanto en "factura de materiales", BOM, como en ensamblaje del sistema, ya que ahora ambas interfaces solo tienen que mantenerse en el sitio y el TIM propiamente tendrá que ocuparse del contacto físico.

30

35

40

Adicionalmente el interfaz térmico de acuerdo con la presente invención corrige de forma ventajosa adicionalmente cualquier curvatura de superficie y propiedades de rugosidad de las superficies de contacto y por tanto será mucho más robusto en el uso que otros TIM del mercado de hoy en día. El tipo de TIM según se proporciona con la presente invención presenta por tanto el potencial de reemplazar una cantidad muy grande de TIM usado en la actualidad en cualquier sistema, equipo o industria.

45

De acuerdo con una realización del TIM, el material de contracción se proporciona en una dirección orientada dentro del TIM. La dirección orientada se puede seleccionar que sea una dirección única, múltiples direcciones, una dirección radial, una malla, etc. El material de contracción puede comprender adicionalmente fibras orientadas o fibras orientadas al azar dentro de un plano seleccionado etc. Preferiblemente, la orientación del material de contracción se selecciona para que facilite adicionalmente el aumento del espesor de la capa de TIM y para facilitar el efecto de mejor contacto de superficie en una localización donde más se necesita la disipación de calor.

50

De acuerdo con una realización del TIM, la dirección orientada se selecciona dentro del plano xy de la capa TIM, que es efectivo para aumentar adicionalmente la contracción en la dirección xy de la capa TIM, con lo que aumenta el espesor general del TIM.

55

De acuerdo con una realización del TIM, la capa de TIM es un TIM multicapa que comprende subcapas de TIM y capas de material de contracción alternantes. El TIM multicapa es de forma ventajosa por ejemplo aquel que permite que diferentes subcapas de TIM presenten enlace directo o fricción con al menos una capa del material de contracción, que fuerza de forma efectiva a las subcapas de TIM a adaptarse al material de contracción cuando se active, es decir, retractilar el material en la dimensión xy. El TIM multicapa se puede fabricar, por ejemplo, por medio de laminación de las diferentes capas, lo que proporciona un modo a bajo coste para ensamblar dos materiales diferentes juntos formando un material en lámina.

60

65

De acuerdo con una realización del TIM, el material de contracción comprende monómero y la activación del material de contracción provoca que los monómeros se polimericen. Debido a que los monómeros se unen entre sí durante la polimerización, la densidad del material de contracción aumenta lo que provoca que el volumen del material de contracción se reduzca. Mezclando los monómeros y el material TIM antes de la polimerización y seleccionando monómeros que forman sistema de reticulación de polímero, esto provoca de forma ventajosa suficientes canales de paso para que el material TIM guíe calor a través del TIM (al contrario que por ejemplo aplicando un material de contracción laminado que puede provocar una obstrucción del trayecto térmico mediante una superficie cerrada o abierta a menos propiedades de conducción térmica). El uso de reticulación de monómeros/polímero, permite de forma adicional otros procedimientos de activación a parte de calor, por ejemplo, radiación UV u otras reacciones químicas.

De acuerdo con una realización del TIM, el material de contracción es una matriz polimérica expandida y la activación del material de contracción provoca que la matriz polimérica expandida se relaje de nuevo a un estado no expandido. Aquí la contracción del material de contracción se basa por tanto en la expansión. Esto es aplicable por ejemplo a que la matriz polimérica se pueda prefabricar y de forma opcional expandir, en un proceso externo antes de añadirlo a la capa de TIM, o como parte de un TIM multicapa antes de aplicarlo entre las subcapas de TIM. Adicionalmente esto permitirá el corte/conformado del material de contracción por calor en formas específicas con el fin de influir en los comportamientos de contracción en direcciones de contracción y resistencia respecto al material TIM. El corte/conformado del material de contracción por calor puede incluir corte y/o perforación con troquel en modelos repetitivos u orientado de una lámina de material de contracción por calor.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención se proporciona un procedimiento para proporcionar un Material de Interfaz Térmico, TIM, que comprende: proporcionar una capa de TIM, proporcionar en la capa de TIM un material de contracción térmica activable, orientando de forma opcional el material de contracción en una dirección orientada, en la que tras activación del material de contracción el espesor de la capa de TIM se ve aumentado.

De acuerdo con una realización del procedimiento, el material de contracción es un material basado en monómero, en el que la activación del material de contracción provoca que el monómero se polimerice.

De acuerdo a realizaciones del TIM, la interfaz térmica y sus procedimientos correspondientes, el material de contracción es actividad con calor preferiblemente. Esto es ventajoso en cuanto a que el componente de generación de calor propiamente se puede usar para proporcionar la activación del material de contracción. Adicionalmente hay un número de materiales de contracción activado por calor, que están bien documentados y son adecuados para uso en un TIM.

De acuerdo con una realización del procedimiento, el material de contracción es una matriz polimérica y comprendiendo la etapa u orientación del material de contracción: (de forma opcional calentamiento de la matriz polimérica) alargamiento mecánico de la matriz polimérica en una dirección que corresponde al plano xy de la capa de TIM y subsiguientemente cierre (por ejemplo mediante enfriamiento rápido) de la matriz polimérica alargada, con lo que se proporciona una matriz polimérica expandida.

De acuerdo con una realización del procedimiento, las etapas de proporcionar una capa de TIM y proporcionar un material de contracción activable en la capa de TIM, comprenden además proporcionar un TIM multicapa por medio del apilamiento alternativo de al menos una subcapa de TIM y al menos una capa de material de contracción.

Adicionalmente, como se citó previamente y de acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona una interfaz térmica proporcionando un TIM de acuerdo con la invención y disponiendo además el TIM entre un componente de generación de calor y un sustrato de conducción térmica. La distancia entre el componente de generación de calor y el sustrato de conducción térmica es restringido. El procedimiento para proporcionar un interfaz térmico puede comprender adicionalmente la activación del material de contracción térmica, por ejemplo mediante exposición del TIM a calor, o alguna otra activación que se pueda aplicar para el material de contracción térmica usado en el TIM.

Otros objetivos, características y ventajas aparecerán a partir de la siguiente descripción detallada, a partir de las reivindicaciones dependientes adjuntas así como también de los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior, así como también objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se entenderá mejor mediante la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitante de realizaciones preferidas de la presente invención, en referencia a los dibujos adjuntos, donde se usarán las mismas referencias numéricas para elementos similares, en los que:

fig. 1a) es una vista lateral en perspectiva esquemática de una pieza de material de interfaz térmico, TIM, de acuerdo con la presente invención antes de la activación y 1b) ilustra el mismo TIM como se muestra en la figura 1a) cuando

se activan; figs. 2a) – g) son ilustraciones esquemáticas de direcciones y modelos del alineamiento del material de contracción en el TIM de acuerdo a realizaciones de la presente invención; figs. 3a) – g) son ilustraciones esquemáticas de diferentes TIM multicapa de acuerdo con realizaciones de la presente invención; y
 5 figs. 4a) – c) son vistas en sección transversal esquemáticas de un interfaz térmico en un ensamblaje eléctrico de acuerdo con realizaciones de la presente invención cuando se disponen entre un componente de generación de calor y un sumidero de calor o difusor de calor. .

Descripción detallada de realizaciones preferidas

10 Se describirán ahora en esta invención realizaciones ejemplo del material de interfaz térmica, TIM y su correspondiente aplicación a interfaz térmica, procedimiento de cómo producir tales TIM e interfaz térmica.

15 Las etapas de los procedimientos se describirán como una secuencia continua, sin embargo algunas de las etapas se pueden llevar a cabo en otro orden o se puede intercalar alguna etapa de procedimiento adicional.

En referencia ahora a la figura 1a), que ilustra una realización 100 de un TIM de acuerdo con la presente invención, el TIM 100 comprende una capa TIM 105, es decir, una estructura de material sustancialmente plana con una superficie superior 101 y una superficie inferior 102 que presentan un espesor d_1 en la dirección z que es pequeña comparada con la extensión de las dimensiones físicas de la capa en el plano xy . Un material de contracción 110 se distribuye dentro de la capa TIM 105. El material de contracción 110 es en esta realización ejemplo fibras de contracción poliméricas sensibles al calor añadidas al material de capa TIM 105 durante la fabricación del mismo. La capa TIM 105 puede formarse en un procedimiento de moldeo. Las fibras se mezclan aquí al azar en el material de capa TIM 100. En una realización alternativa las fibras de material de contracción por calor 110 se predisponen en una forma de malla y se presan en la sustancia flexible de la capa TIM 105 para ser ocluidas por completo por el TIM 100. La figura 1b) ilustra el TIM 100 tras activación de las fibras de contracción poliméricas sensibles al calor del material de contracción 110. Cuando el TIM 100 en la figura 1a) se expone a calor las fibras de contracción reaccionan al calor acortándose, tirando del material de la capa TIM desde los bordes de la capa TIM 105 hacia adentro. El comportamiento de contracción de las fibras presenta un efecto dominante en la dirección xy debido a la dimensión en la dirección z relativamente pequeña del TIM. Este mecanismo aumenta la altura del TIM activado 100' tal que se obtiene una nueva altura d_2 para el TIM activado con calor 100'.

El material de contracción se puede añadir a la capa TIM en la forma de fibras de material de contracción, monómeros, composiciones poliméricas, o incluso como estructuras de capa que reposan independientemente, como se describe a continuación en esta invención.

Para optimizar la influencia del material de contracción en la capa TIM y para facilitar aumento en altura de la capa TIM, el material de contracción se dispone en realizaciones preferidas en una orientación predeterminada dentro de la capa TIM. En general se prefiere una dirección de orientación que excluya la dirección de espesor (dirección z) del TIM.

En las fig. fig. 2a)-2g), se ilustran algunas orientaciones preferidas del material de contracción 210a-e) dentro del plano xy de un TIM: la fig. 2a) muestra el material de contracción 210a orientado en una dirección única n , la fig. 2b) muestra el material de contracción 210b en una orientación radia, la fig. 2c) muestra el material de contracción 210 en una orientación circular, la fig. 2d) muestra el material de contracción 210d en una estructura de tipo malla reticulada, la fig. 2e) muestra el material de contracción 210e que comprende fibras/polímeros largos y cortos orientados al azar, la fig. 2f) muestra material de contracción 210f en una estructura de capa polimérica con una estructura en malla y la fig. 2g) ilustra cómo el material de contracción se proporciona como una matriz polimérica expandida, aquí formada con uso de una lámina de contracción de corte 210e', que se estira para formar una lámina de contracción expandida 210e". El enfoque de la matriz polimérica expandida se describirá a parte a continuación en esta invención.

De acuerdo con el concepto de la invención se pueden usar diferentes mecanismos para proporcionar el material de contracción. En primer lugar, por ejemplo si el material de contracción comprende muchos monómeros, entonces cuando el material de contracción se activa los monómeros se polimerizan. Esto aumenta la densidad del material cuando los monómeros comienzan a unirse entre sí, por tanto ocupan menos espacio. De acuerdo con esto, el volumen del material de contracción por calor se reduce, lo que da lugar a aumento en altura del TIM.

La contracción puede basarse en la expansión. De acuerdo con una realización (no mostrada), el material TIM propiamente se dispone para proporcionar el material de contracción. Este procedimiento implica la producción del TIM como habitualmente, luego calentamiento del mismo para permitir el estiramiento del TIM y luego estiramiento mecánico del TIM. En este estado expandido el TIM se enfría finalmente de forma rápida. Luego, cuando se calienta, es decir, se activa, los polímeros dentro del TIM se relajan de nuevo al tamaño no expandido, mientras que el TIM mantiene su volumen original con un efecto de expansión como consecuencia. De acuerdo con las realizaciones que usan una matriz polimérica expandida, la matriz polimérica expandida se fabrica como una capa dentro del TIM,

como se explicó anteriormente, tal TIM se calienta subsiguientemente, se estira y se enfría rápidamente. De forma opcional, la matriz polimérica expandida se fabrica, calienta, estira y rápidamente se enfría antes de ser añadida a la capa de TIM. De forma opcional el material de contracción con calor se estira a temperatura ambiente y se bloquea mecánicamente, por ejemplo, mediante laminación del material de contracción por calor estirado hasta una capa TIM para mantener su expansión hasta que deba ser activado.

En referencia ahora a la fig. 3, como se citó previamente el presente concepto de la invención, describe un TIM multicapa. En general un TIM multicapa de acuerdo con la presente invención se refiere a un TIM formado por apilamiento alternativo de al menos una capa de material de contracción y al menos una subcapa TIM, siendo por ejemplo esta última una almohadilla térmica. Las fig. ilustran TIM 310 y 311 que comprenden una capa de material de contracción 301 dispuesta junto con una subcapa TIM 302 o dos subcapas TIM 302, 303.

En la fig. 3a) el material de contracción 301 se lamina entre las subcapas TIM 302, 303 lo que permite que ambas presenten un contacto directo (enlace) con la capa de contracción. En la fig. 3b) el TIM multicapa 311 comprende una subcapa TIM 302 sobre la que se dispone una capa de contracción 301. La capa de contracción 301 puede estar dispuesta como una malla. Un TIM de dos capas es aplicable por ejemplo para ensamblajes más simples y cuando son aplicables o deseados materiales más delgados para uso como un interfaz térmico. Esto es ventajoso desde una perspectiva económica. La capa de material de contracción puede estar dispuesta además en diferentes disposiciones de TIM pero aquí se ilustra en referencia a un TIM de dos capas, como una estructura abierta como se ilustra en la fig. 3c) y fig. 3g), o una estructura cerrada como se ilustra en la fig. 3d). Para la estructura abierta, como se ilustra con mayor detalle para el TIM 313 en la fig. 3g), el material de contracción se dispone tal que la estructura de contracción 314, que puede ser una malla, fibras orientadas, una matriz polimérica expandida etc., presenta aperturas 315 dispuestas en el plano xy del TIM 313 para facilitar la disipación de calor por el TIM 313 en la dirección z. Para una estructura cerrada, en referencia de nuevo a la fig. 3d), el material de contracción por calor 301' está distribuido sustancialmente de forma uniforme sustancialmente sobre todo el plano xy del TIM 311'. El material de contracción por calor 301' es aquí una lámina de contracción estirada delgada, donde el espesor de la lámina se selecciona preferiblemente no para crear una gran obstrucción en el trayecto del calor.

Como se ilustra en la fig. 3e) las realizaciones de TIM pueden comprender capas múltiples de material de contracción. Aquí se apilan dos capas de material de contracción, 305 y 307, entre tres subcapas TIM 309, 306 y 308. El material de contracción se orienta preferiblemente dentro de cada capa de material de contracción. Se pueden aplicar diferentes orientaciones para diferentes capas, como se ilustra en la fig. 3f). Aquí se ilustra esquemáticamente cómo la capa de material de contracción 305 y la capa de material de contracción 306 se orientan ambos en dos direcciones diferentes en el plano xy. De forma opcional se seleccionan diferentes materiales para distintas capas de contracción y/o diferentes capas TIM en función de la aplicación específica del TIM.

La fig. 4 ilustra una aplicación de interfaz térmico que usa un TIM 400 de acuerdo con el presente concepto de la invención. Para proporcionar el interfaz térmico, inicialmente el TIM 400 aún no activado se dispone entre un componente de generación de calor 20, que comprende LED 21 dispuesto en una placa de circuito impreso, PCB, 22 y un sumidero de calor o difusor de calor 30. Se usa un medio de fijación 25, aquí un tornillo o perno de fijación por presión/remache, para definir una posición del componente de generación de calor 20 sobre el sumidero de calor 30 y para definir una separación máxima h entre el componente de generación de calor 20 y el sumidero de calor 30. El TIM 400 se coloca preferiblemente con un borde sobredimensionado entre el PCB 22 y el sumidero de calor 30. En el primer uso del LED 21, el TIM 400 se expone a paso de calor mediante el PCB 22 y se activa el material de contracción en el TIM 400. Como se describió previamente la activación del material de contracción provoca un mayor espesor del TIM, que aquí, debido a la distancia restringida h entre el componente de generación de calor 20 y el elemento de conducción de calor, es decir aquí el sumidero de calor 30, aumenta en cambio las presiones de superficie respectivas de las superficies primera y segunda de TIM (101 y 102, véase la fig. 1) frente al componente de generación de calor 20 y el sumidero de calor 30. El mecanismo de contracción aumenta el volumen del TIM en la región termo-activa, dado lugar a la expansión de TIM (dirección z) mientras se mantiene un a densidad del material TIM necesaria para la disipación de calor efectiva. La mayor presión de superficie del TIM sobre el interfaz térmico mejora la prestación del TIM.

De acuerdo con una realización del interfaz térmico, como se ilustra en la fig. 4), se usan medios de fijación múltiple, aquí dos tornillos 25, para proporcionar una separación máxima restringida h entre el componente de generación de calor 20 y el sumidero de calor 30. Además son aplicables otros medios de fijación, por ejemplo una estructura mecánica 26, como se ilustra en la fig. 4c).

En una configuración experimental para mostrar el comportamiento térmico mejorado del presente concepto de la invención (no mostrado), se proporciona una realización de un interfaz térmico similar al interfaz térmico como se ilustra en la fig. 4a) usando una estructura TIM similar al TIM mostrado en la fig. 3a) como TIM 400. El TIM usado comprende una capa de material de contracción que es un material de tubo de contracción comercialmente disponibles, que se cortó longitudinalmente, se perforó y se laminó entre dos capas TIM, siendo cada una de ellas una almohadilla térmica GapPad 1450 que presenta un espesor determinado de 20 Mills, que es aproximadamente 0,5 mm (Bergquist). Las almohadillas térmicas se alteran eliminando la capa de revestimiento rosa. El TIM se

5 emparedó entre dos placas de aluminio que se separaron con una diferencia de altura fija. Se dispusieron termopares en ambos lados del TIM. Además se dispuso una resistencia en la parte superior de una de las placas de aluminio. Se dispuso el ensamblaje con grasa térmica en una placa fría a temperatura fija (25° C). En el experimento se midió la diferencia de temperatura antes y después de la activación del material de contracción (por medio de una fuente de calor externa de 120° C) del TIM, se derivó la resistencia térmica en el TIM expandido y se derivó la relación de la diferencia de temperatura después: antes de la activación de la contracción, véase la tabla 1.

Tabla 1.

Entrada de energía [W]	Diferencia de temperatura [°C]	Resistencia térmica sobre TIM [K/W]	Relación después:antes de activación de contracción
3,654	9,9	2,71	antes
10,26	25,5	2,49	antes
3,654	8,6	2,35	después (87 %)
10,25	22,5	2,2	después (88 %)

10 El experimento más somero, que estaba lejos de lo optimizado en lo que respecta al material TIM, material de contracción, conexiones térmicas entre placas de metal superior e inferior etc., ilustra que el presente concepto de la invención proporciona un contacto térmico suficientemente mejorado para el interfaz entre las dos superficies de placa de metal de contacto. Adicionalmente, tras el experimento se desmonta la muestra para inspeccionar el estatus del TIM, que mostraba contracción en una única dirección en el plano xy (como se esperaba debido a que el tubo de contracción se diseñó para que tenga una única dirección de contracción). Además no se observaba deslaminación del TIM.

15 Los materiales para la capa TIM, o subcapas y su material de contracción correspondiente, como de designaron anteriormente, se seleccionan de forma típica en base a la aplicación específica en la que se usa el TIM. En principio como el material de capa TIM es aplicable cualquier material de almohadilla térmico. En la actualidad hay un gran número de materiales de almohadilla térmicos disponibles. Estos materiales son de forma típica un compuesto de una silicona o vehículos acrílicos con las denominadas cargas. La silicona o vehículos acrílicos facilitan buena humectación o superficies de contacto. Las cargas son de forma típica partículas cerámicas o metálicas, procurando facilitar conductividad térmica del material de almohadilla térmico. Hay un conjunto muy amplio de materiales de almohadilla térmica disponibles.

20 De acuerdo con el presente concepto de la invención, el material de la capa o subcapas de TIM se selecciona de forma típica para proporcionar una buena conexión mecánica con el material de contracción, que es importante para mantener la integridad estructura del TIM en un ensamblaje tras activación del material de contracción. Por ejemplo, materiales de almohadilla térmica que son flexibles en alguna medida son aplicables como material matriz o subcapa de TIM. Ejemplos de estos materiales de almohadilla térmica son los de las series Gap Pad Series (Bergquist Company), Sil Pad Series (Bergquist Company), T-Flex Series (Laird Technologies), etc.

25 En realizaciones del TIM, preferiblemente se selecciona un material de acolchado térmico más suave como la matriz o subcapas de TIM, para permitir la deformación más fácil del TIM en el proceso de contracción (en la dirección x e y), mientras se expande en la dirección perpendicular (z).

30 El material de contracción por calor aplicable para la presente invención TIM puede comprender fibras de contracción poliméricas sensibles al calor comparables a los polímeros aplicados en tubos de contracción, por ejemplo: politetrafluoroetileno, PTFE (fluoropolímero), fluoroelastómeros como Viton®, poli(fluoruro de vinilideno), PVDF, etilenpropileno fluorado, FEP, caucho de silicona elastomérico, tubos de poliolefina, PVC, termopelícula de contracción de PE, tejido de contracción y más (se puede fabricar también película de contracción de poliestireno orientado, OPS, polietileno orientado, OPE, polipropileno orientado, OPP y poliésteres orientados). Estos materiales se encuentran comercialmente disponibles y en general son adecuados para uso en los sistemas de control térmico. Son flexibles y de contracción rápida y se fabrican en un amplio rango de colores.

35 De forma opcional, se usan materiales poliméricos de contracción que son posibles para reticular tras aplicación y de forma opcional ser dispuestos en una orientación preferida. En función del material se puede realizar la reticulación mediante el uso de haces de electrones, peróxidos, o humedad. Por ejemplo, cuando se usa polietileno de contracción por calor (polietileno de baja densidad reticulado) se puede llevar a cabo la reticulación por medio de irradiación de electrones. La reticulación aumenta de forma ventajosa la integridad mecánica del TIM, es decir, ayuda a hacer que el TIM mantenga su forma, tanto antes como después de la contracción.

40 En las realizaciones ejemplo de esta invención y en toda la descripción, el uso del término material de contracción se refiere de forma típica a materiales de contracción térmica, que son materiales de contracción poliméricos en los que la contracción es activada por medio de calor. La contracción en un material polimérico varía no solo con el polímero usado sino también con diversos aditivos y cargas que se han mezclado con el polímero. Adicionalmente se debería observar, como se aprecia por parte de un especialista en la técnica, que son aplicables para el material de

contracción del concepto de la invención presente otros tipos de materiales de contracción con algún otro mecanismo de activación, por ejemplo, activación por disolvente, activación por tiempo, activación por radiación y activación por ultrasonidos y que por tanto se considera que se encuentran dentro del alcance de esta solicitud.

- 5 El especialista en la técnica entiende que la presente invención no se ve limitada en modo alguno a las realizaciones descritas anteriormente. Por el contrario, son posibles muchas modificaciones y variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un material de interfaz térmico, TIM, (100) que comprende:
- 5 una capa de TIM (105) caracterizada porque un material de contracción activable (110); en el que dicho material de contracción se distribuye en dicha capa TIM tal que tras activación de dicho material de contracción el espesor de dicha capa TIM se ve aumentado.
- 10 2. Un TIM de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho material de contracción se proporciona en una dirección orientada.
3. Un TIM de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha dirección orientada se selecciona dentro del plano xy de la capa TIM.
- 15 4. Un TIM de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicha capa TIM es un TIM multicapa que comprende subcapas de TIM y capas de material de contracción alternantes.
- 20 5. Un TIM de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicho material de contracción comprende monómeros y en el que dicha activación de dicho material de contracción provoca que dichos monómeros se polimericen.
- 25 6. Un TIM de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho material de contracción es una matriz polimérica expandida y en el que dicha activación del material de contracción provoca que dicha matriz polimérica expandida se relaje de nuevo a un estado no expandido.
- 30 7. Un TIM de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicho material de contracción es activado con calor.
- 30 8. Un interfaz térmico (400) que comprende un TIM de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicho TIM antes de la activación de dicho material de contracción se empareda entre un componente de generación de calor (20) y un elemento conductor de calor (30), en el que la distancia (h) entre el componente de generación de calor y el elemento conductor de calor es restringida.
- 35 9. Un procedimiento para proporcionar un Material de Interfaz Térmico, TIM, que comprende:
- proporcionar una capa TIM; caracterizada por proporcionar en dicha capa TIM un material de contracción activable dispuesto de modo tal que tras activación de dicho material de contracción el espesor de dicha capa TIM se ve aumentado.
- 40 10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:
- 45 disponer dicho material de contracción en una dirección orientada.
11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que dicho material de contracción es un material basado en monómeros, en el que dicha activación de dicho material de contracción provoca que dichos monómeros se polimericen.
- 50 12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que dicho material de contracción es una matriz polimérica y en el que dicha etapa de orientación de dicho material de contracción comprende:
- 55 alargamiento mecánico de dicha matriz polimérica en una dirección que corresponde al plano xy de la capa TIM; y subsiguientemente cierre de dicha matriz polimérica alargada, con lo que se proporciona una matriz polimérica expandida.
- 60 13. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además proporcionar un TIM multicapa por medio de apilamiento alternante de al menos una subcapa TIM y al menos una capa de material de contracción.
- 60 14. Un procedimiento para proporcionar una interfaz térmica, que comprende:
- 65 proporcionar un TIM de acuerdo con las reivindicaciones 9 a 13; y disponer dicho TIM entre un componente de generación de calor y un sustrato conductor, en el que la

distancia
entre el componente de generación de calor y el sustrato conductor de calor es restringida.

- 5
15. Un dispositivo emisor de luz que comprende una fuente de luz, en particular un diodo emisor de luz (LED) (21), dispuesto en una placa de circuito impreso (22) y un sumidero de calor (30), caracterizado porque el dispositivo emisor de luz comprende además un TIM según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho TIM antes de la activación de dicho material de contracción se empareda entre la placa de circuito impreso (22) y el sumidero de calor (30) y en el que la distancia (h) entre la placa de circuito impreso (22) y el sumidero de calor es restringida.
- 10

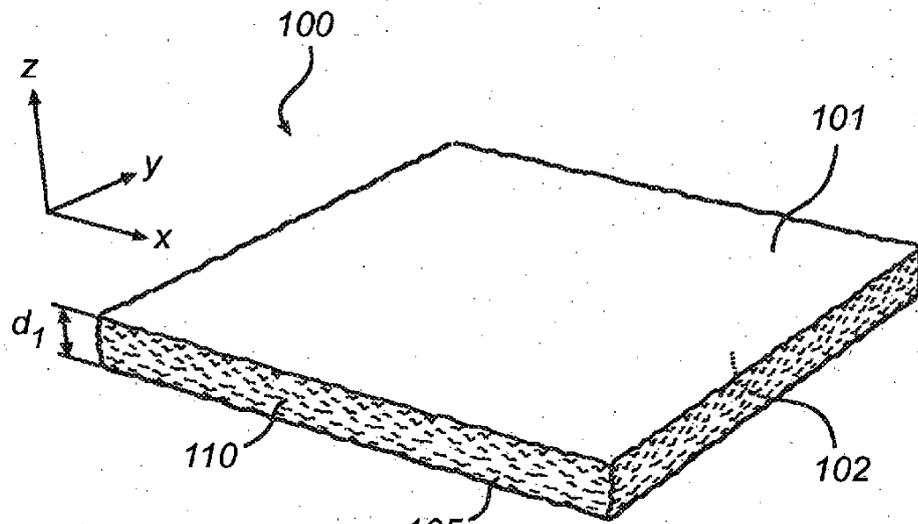


Fig. 1a

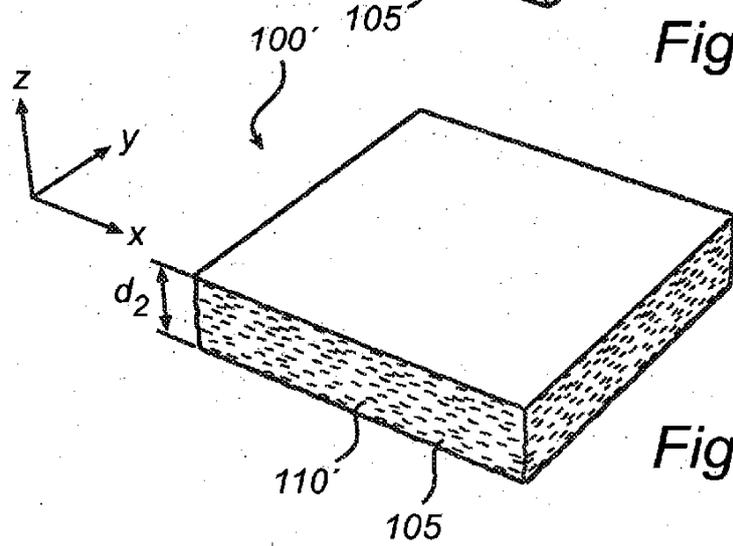
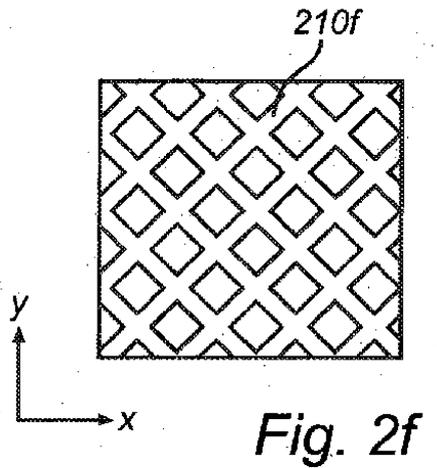
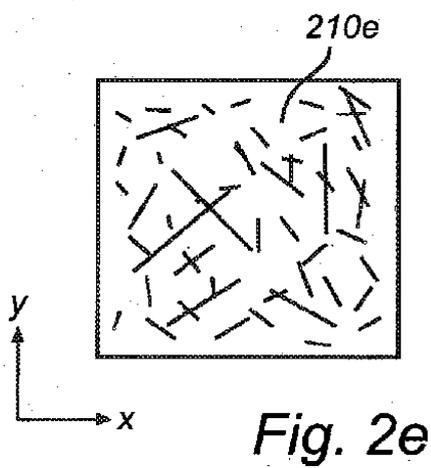
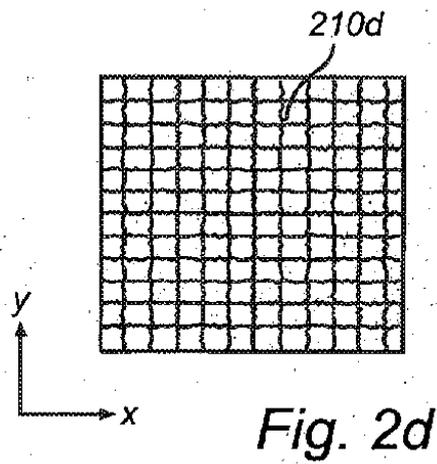
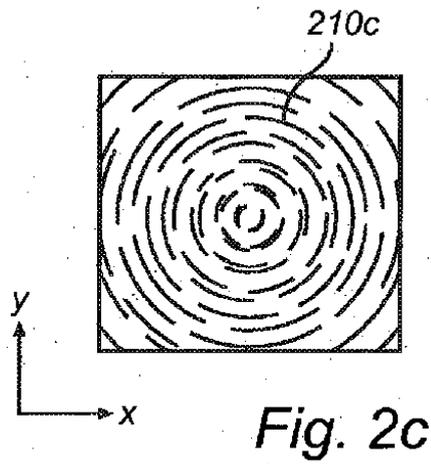
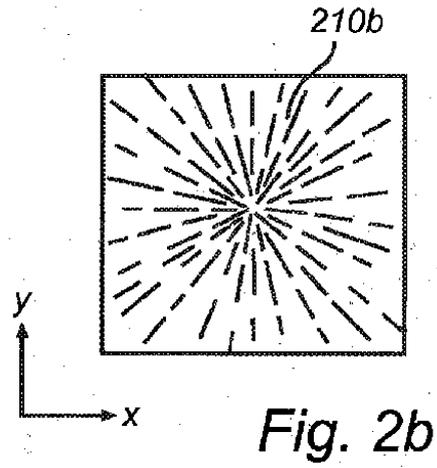
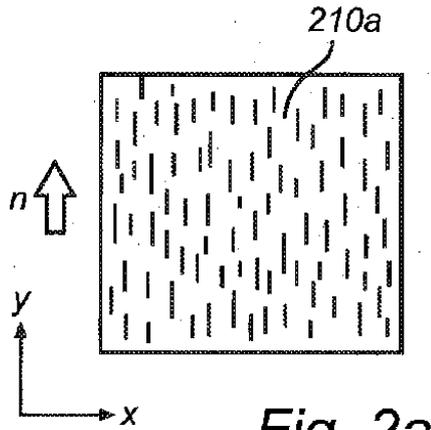


Fig. 1b



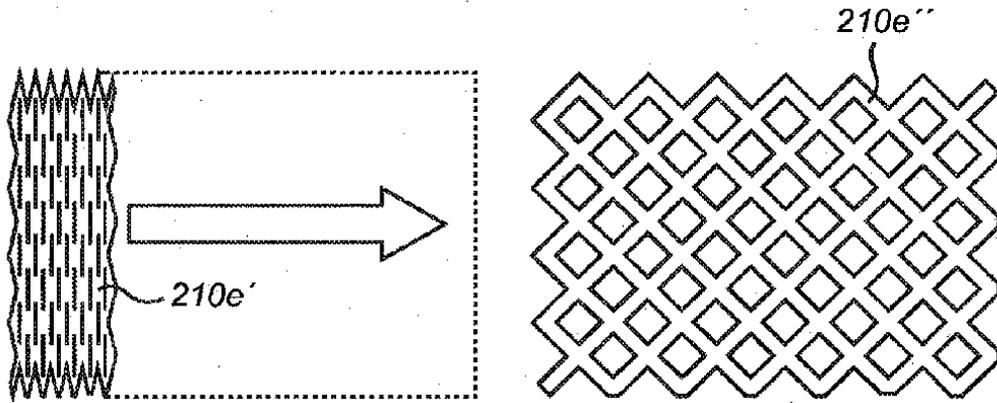


Fig. 2g

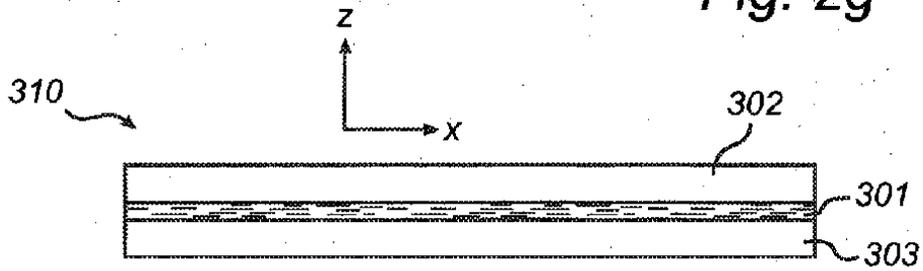


Fig. 3a



Fig. 3b

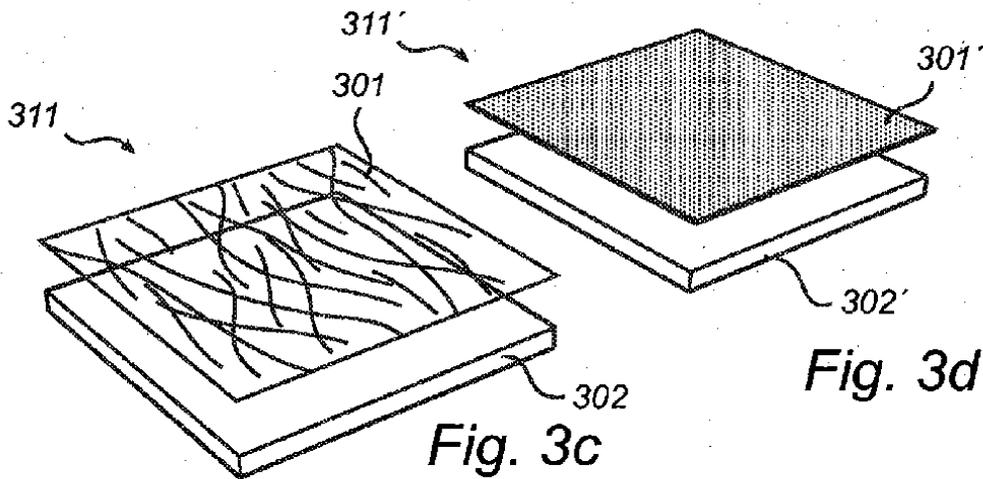


Fig. 3c

Fig. 3d

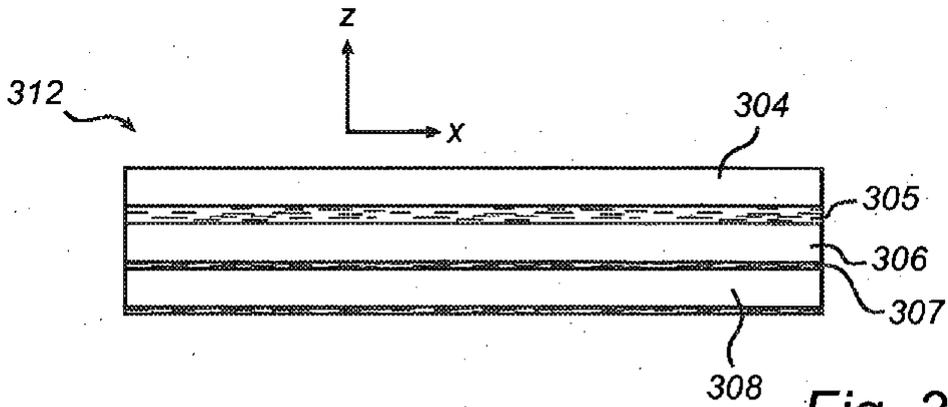


Fig. 3e

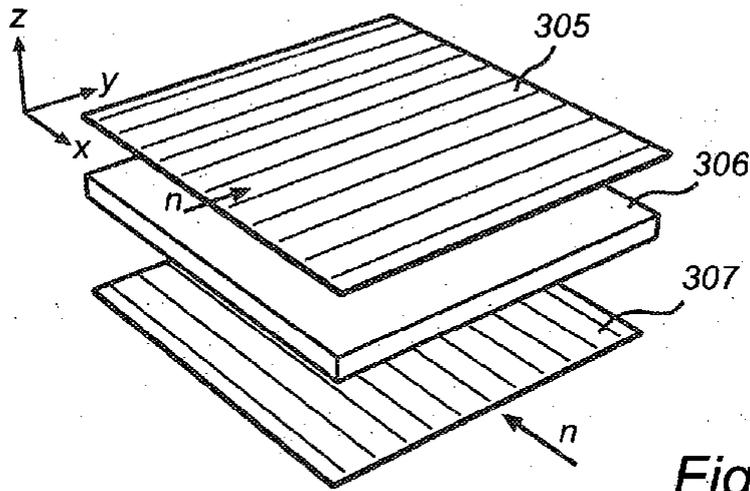


Fig. 3f

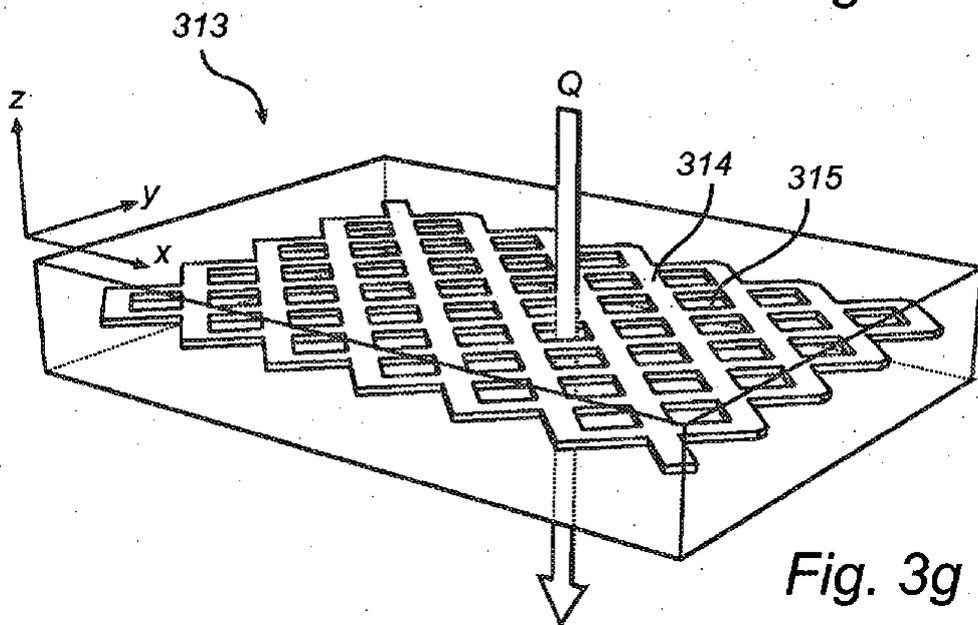


Fig. 3g

