

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 478**

51 Int. Cl.:

**H05K 7/20** (2006.01)

**H01L 23/367** (2006.01)

**H01L 23/373** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2012 PCT/CN2012/071118**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.08.2012 WO12109979**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2012 E 12746708 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2664228**

54 Título: **Dispositivos que tienen disipadores térmicos de conductividad anisotrópica y sus métodos de fabricación**

30 Prioridad:

**14.02.2011 US 201161442552 P**  
**24.03.2011 US 201113071015**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.07.2017**

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)**  
**Huawei Administration Building, Bantian**  
**Longgang District, Shenzhen, Guangdong**  
**518129, CN**

72 Inventor/es:

**MOHAMMED, ANWAR y**  
**ZHAO, RENZHE**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 626 478 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**

Dispositivos que tienen disipadores térmicos de conductividad anisotrópica y sus métodos de fabricación

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a disipadores de calor y más en particular, a dispositivos que tienen disipadores térmicos de conductividad anisotrópica y métodos para su fabricación.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

A medida que los circuitos siguen siendo cada vez más rápidos y densos, la gestión térmica se hace cada vez más difícil. Materiales disipadores de calor tales como aluminio no eliminan el calor con suficiente rapidez debido a la más baja conductancia térmica del aluminio mientras que materiales con rápida conductividad tales como el diamante o materiales revestidos de diamante tienen un precio prohibitivo y/o son difíciles de fabricar a altos volúmenes con bajos costos. Aunque más caros que los de aluminio, los disipadores de calor de cobre tienen una conductancia térmica relativamente mayor que la del aluminio. Sin embargo, el cobre tiene una densidad mayor que el aluminio. Por lo tanto, los disipadores de calor basados en el cobre no son adecuados en numerosas aplicaciones.

20 El documento US 2002/0084524 A1 da a conocer un paquete de semiconductores que comprende un circuito integrado de semiconductor y una placa de circuito impreso que incluye un cuerpo de placa. Una capa de cableado superior se forma sobre la superficie superior del cuerpo de la placa incluyendo una parte de montaje de circuito integrado, amortiguadores de placas para la conexión eléctrica del circuito integrado y una capa de disipación de calor superior alrededor de la parte de montaje del circuito integrado. Una capa de cableado inferior formada sobre la superficie inferior del cuerpo de la placa incluye una capa de disipación de calor inferior. La primera disipación de calor a través de los orificios rellenos con un material térmicamente conductor se forman a través del cuerpo de la placa entre la parte de montaje del circuito integrado y la capa de disipación de calor inferior para disipar calor a través del cuerpo de la placa a la capa de cableado inferior. Una segunda disipación de calor a través de orificios rellenos con un material térmicamente conductor se forman a través del cuerpo de la placa por debajo de la capa de disipación de calor superior para disipar calor desde el circuito integrado a través del cuerpo de la placa a la capa de disipación de calor superior.

35 El documento US 2005/0067691 A1 da a conocer un dispersor de calor integrado (IHS) que tiene una ranura y una cavidad formadas en su estructura. La ranura tiene una capa aislante allí formada y un conducto de alimentación de energía montado en la ranura eléctricamente aislada del IHS por la capa aislante. El conducto de alimentación de energía transmite una tensión relativa al IHS para suministrar energía eléctrica a la cavidad.

40 El documento US 2003/0216024 A1 da a conocer un método para posicionar y fijar un disipador de calor sobre la superficie de un sustrato de semiconductor, en donde una pluralidad de zonas rebajadas se crea en la superficie del sustrato sobre el que está montado el disipador de calor y el disipador de calor está provisto de hoyuelos que forman la interfaz entre el disipador de calor y el sustrato. Los hoyuelos del disipador de calor están alineados con, e insertados en, las zonas rebajadas para fijar el disipador de calor en su posición con respecto al sustrato.

45 El documento US 6,933,602 B1 da a conocer un paquete de circuitos integrados de semiconductores que incluye un sustrato que tiene una pastilla de circuito integrado incorporada. El sustrato incluye al menos un plano de masa eléctrica e incluye diversas bolas de soldadura formadas sobre una de sus superficies. Las bolas de soldadura incluyen un conjunto de bolas de soldadura "térmicas" que están situadas cerca del perímetro del paquete y conectadas eléctricamente con un plano de masa del paquete. La pastilla de circuito integrado está conectada eléctricamente con un plano de masa del paquete que está conectado con las bolas de soldadura "térmicas". Un dispersor de calor está montado en el paquete con clavijas de montaje conductoras que están conectadas eléctricamente con el plano de masa y están en comunicación térmica con el conjunto de bolas de soldadura "térmicas".

55 **SUMARIO DE LA INVENCION**

Estos y otros problemas se resuelven o eluden en general, y se suelen conseguir ventajas técnicas mediante las formas de realización ilustrativas de la presente invención.

60 En conformidad con una forma de realización de la presente invención, según se ilustra en la Figura 4, un dispositivo comprende una placa de circuito que tiene una parte central y una capa del núcleo térmicamente conductora formada como múltiples capas independientes o una capa concéntrica única que rodea a la parte central, en donde la parte central está separada térmicamente de la capa del núcleo térmicamente conductora y una pastilla de circuito integrado está dispuesta sobre la parte central de la placa de circuito. El dispositivo comprende, además, un disipador de calor dispuesto sobre la pastilla de circuito integrado. La conductividad térmica del disipador de calor a lo largo de una primera dirección es mayor que una conductividad térmica a lo largo de una segunda dirección. La primera dirección es perpendicular a la segunda dirección. El disipador de calor está acoplado térmicamente a la

capa del núcleo térmicamente conductora.

En conformidad con una realización ejemplo de la presente invención, un conjunto de placas de circuito impreso comprende un substrato que tiene una capa del núcleo térmicamente conductora y un dispositivo de semiconductor dispuesto sobre el substrato. El conjunto de placas de circuito impreso comprende, además, un disipador de calor que tiene una conductividad térmica anisotrópica dispuesta sobre el dispositivo de semiconductor. La superficie inferior del disipador de calor está acoplada térmicamente a la capa del núcleo térmicamente conductora. La superficie inferior del disipador de calor está más próxima al dispositivo de semiconductor que una superficie superior opuesta del disipador de calor.

En conformidad con otra forma de realización de la presente invención, un método para formar un conjunto de placas de circuito impreso comprende la colocación de un dispositivo de semiconductor sobre un substrato que tiene una parte central, y la colocación de un disipador de calor que tiene una conductividad térmica anisotrópica sobre el dispositivo de semiconductor. El substrato tiene una capa del núcleo térmicamente conductora formada como múltiples capas independientes o una capa concéntrica única que rodea a la parte central, en donde la parte central está separada térmicamente de la capa del núcleo térmicamente conductora y en donde el dispositivo de semiconductor está colocado sobre la parte central del substrato. El método comprende, además, el acoplamiento térmico de una superficie inferior del disipador de calor a la capa del núcleo térmicamente conductora. La superficie inferior del disipador de calor está más próxima al dispositivo de semiconductor que una superficie superior opuesta del disipador de calor.

Lo que antecede ha descrito, en términos amplios, las características de una forma de realización de la presente invención con el fin de que pueda entenderse mejor la descripción detallada de la invención dada a continuación. Las características y ventajas adicionales de las formas de realización de la invención serán descritas más adelante, constituyendo el contenido de las reivindicaciones de la invención.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para un conocimiento más completo de la presente invención, y de sus ventajas, se hace referencia ahora a las siguientes descripciones tomadas en conjunción con los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1, que incluye las Figuras 1A-1C, ilustra un disipador de calor anisotrópico en conformidad con una forma de realización de la presente invención, en donde la Figura 1A ilustra una vista en sección transversal y las Figuras 1B y 1C ilustran vistas desde la parte superior;

La Figura 2, que incluye las Figuras 2A-2C, ilustra formas de realización del dispositivo en el que un lado más caliente de un disipador de calor, que tiene una conductividad térmica anisotrópica está acoplado térmicamente a aletas, en donde las Figuras 2A y 2C ilustran vistas en sección transversal y la Figura 2B ilustra una vista desde la parte superior;

La Figura 3, que incluye las Figuras 3A-3B, ilustra una forma de realización de la invención que incluye aletas superiores junto con el disipador de calor, en donde la Figura 3A ilustra una vista en sección transversal y la Figura 3B ilustra una vista desde la parte superior;

La Figura 4 ilustra una forma de realización de la invención que tiene capas de núcleo concéntricas o separadas dentro de la placa de circuito;

La Figura 5 ilustra un disipador de calor que tiene una estructura curvada en conformidad con otra forma de realización de la invención;

La Figura 6, que incluye las Figuras 6A y 6B, ilustra una forma de realización alternativa de la invención que incluye una pluralidad de rutas para la transferencia de calor desde el disipador de calor al substrato;

La Figura 7 ilustra un dispositivo que tiene una pluralidad de disipadores de calor en donde al menos uno de los disipadores de calor tiene una conductividad térmica anisotrópica de conformidad con una forma de realización de la invención;

La Figura 8, que incluye las Figuras 8A-8B, ilustra una forma de realización de la invención que incluye estructuras de paso en el disipador de calor, en donde la Figura 8A ilustra una vista en sección transversal y la Figura 8B ilustra una vista desde la parte superior; y

La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo de un método de formación de un conjunto de placas de circuito impreso de conformidad con las formas de realización de la invención.

Los símbolos y referencias numéricas correspondientes en las diferentes figuras suelen referirse a partes correspondientes a no ser que se indique de otro modo. Las Figuras están trazadas para ilustrar, con claridad, los

aspectos más importantes de las formas de realización y no están necesariamente dibujadas a escala.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 A continuación se describe en detalle la obtención y utilización de varias formas de realización. Debe apreciarse, sin embargo, que la presente invención da a conocer numerosos conceptos inventivos aplicables que pueden materializarse en una amplia diversidad de contextos específicos. Las formas de realización específicas descritas son simplemente ilustrativas de formas específicas para obtener y utilizar la idea inventiva, y no limitan el alcance de la invención.

10 Formas de realización de la invención utilizan un disipador de calor anisotrópico de peso liviano para extraer calor desde las pastillas de circuito integrado. A diferencia de los disipadores de calor convencionales en los que el calor se extrae verticalmente desde la parte superior del disipador de calor, al menos una parte del calor se extrae lateralmente en disipadores de calor anisotrópicos aquí descritos en diversas formas de realización. Formas de realización de la invención se describirán para la extracción de calor lateralmente utilizando el sustrato (p.ej., placa de circuito) y/o aletas inferiores unidas a la superficie inferior del disipador de calor anisotrópico.

20 Una forma de realización ilustrativa de un conjunto de disipadores de calor se describirá utilizando la Figura 1. Formas de realización adicionales de la invención se describirán utilizando las Figuras 2 a 8. Un proceso para formar el conjunto de disipadores de calor se describirá utilizando la Figura 9. En varias formas de realización, estas formas de realización descritas en las Figuras 1 a 8 pueden utilizarse de forma única o pueden combinarse juntas. A modo de ejemplo, un subconjunto de las Figuras 1 a 8 puede combinarse juntos en algunas formas de realización.

25 La Figura 1, que incluye las Figuras 1A-1C, ilustra un disipador de calor anisotrópico en conformidad con una forma de realización de la invención, en donde la Figura 1A ilustra una vista en sección transversal y las Figuras 1B y 1C ilustran vistas desde la parte superior.

30 Haciendo referencia a la Figura 1A, una pastilla de circuito integrado 10 está montada sobre un sustrato 20. En varias formas de realización, la pastilla de circuito integrado 10 puede ser cualquier tipo de pastilla de circuito integrado tal como un microprocesador, un procesador de señales, un circuito integrado ASIC, un sistema sobre circuito integrado, un circuito integrado de memoria, un circuito integrado de conjunto de puertas programables, etc. En varias formas de realización, la pastilla de circuito integrado 10 puede ser un paquete de semiconductores, una matriz de semiconductores que incluye un dispositivo discreto. Aunque solamente una pastilla de circuito integrado única se ilustra, las formas de realización de la invención incluyen también múltiples pastillas de circuito integrado montadas sobre el sustrato 20.

40 En varias formas de realización, el sustrato 20 puede ser una placa de circuito, una tarjeta de línea, etc. La superficie superior del sustrato 20 orientada hacia la pastilla de circuito integrado 10 puede incluir conectores, a modo de ejemplo, para conectar la pastilla de circuito integrado 10 con circuitos externos y otros componentes incorporados al sustrato 20.

45 El sustrato 20 puede comprender una capa del núcleo 30 según se ilustra en la Figura 1A. La capa del núcleo 30 puede comprender un material metálico que tenga una alta conductividad térmica. En una o más formas de realización, la capa del núcleo 30 comprende cobre, aluminio y sus combinaciones.

La capa del núcleo 30 puede incorporarse dentro de una capa aislante del sustrato 20 y puede estar separada de los conectores sobre la superficie superior del sustrato 20.

50 Un disipador de calor 40 está dispuesto sobre una superficie superior de la pastilla de circuito integrado 10 y unido con firmeza a la pastilla de circuito integrado 10. En varias formas de realización, la pastilla de circuito integrado 10 está acoplada térmicamente al disipador de calor 40 mediante procesos de conducción térmica.

55 En varias formas de realización, el disipador de calor 40 y la pastilla de circuito integrado 10 están acoplados por intermedio de una capa de material de interfaz térmica (TIM). La rugosidad superficial grande (así como otros defectos) en la superficie inferior del disipador de calor 40 y/o la superficie superior de la pastilla de circuito integrado 10 pueden reducir la zona de contacto con huecos que ocupan la mayor parte del área de la interfaz. La conducción térmica a través de la interfaz está limitada mediante una fracción del área de la interfaz. Normalmente, otras formas de transferencia de calor (convección, radiación) a través de las separaciones de aire son mucho menos eficientes que la conducción térmica. Materiales TIMs pueden introducirse para superar estas limitaciones. A modo de ejemplo, en varias formas de realización, una capa de material TIM puede insertarse entre el disipador de calor 40 y la pastilla de circuito integrado 10 para aumentar la zona de contacto con lo que se aumenta la disipación de calor térmica desde la pastilla de circuito integrado 10.

65 La capa de material TIM puede comprender cualquier material adecuado que aumente la zona de contacto térmica y tenga una buena conductividad térmica. Ejemplos de materiales que forman la capa de TIM incluyen pasta térmica (tal como grasa), materiales epoxídicos, materiales de cambio de fase, cintas térmicas, incluyendo cintas de grafito,

poliimida y aluminio, tejidos con revestimiento silicónico, etc.

En varias formas de realización, una cinta y/o tornillos pueden utilizarse también para aplicar una presión mecánica con lo que se aumenta el área de contacto entre el disipador de calor 40 y la pastilla de circuito integrado 10.

5 De forma similar a la interfaz con la pastilla de circuito integrado 10, el disipador de calor 40 puede unirse a los bloques 50 utilizando una capa de material TIM. En algunas formas de realización, del disipador de calor 40 puede fijarse también a los bloques 50 (p.ej., mediante un atornillado descendente) para maximizar el área de interfaz térmica entre el disipador de calor 40 y los bloques 50. En algunas formas de realización, los bloques 50 pueden situarse dentro de ranuras formadas en el disipador de calor 40 con el fin de aumentar el área de contacto entre el disipador de calor 40 y los bloques 50.

15 El disipador de calor 40 está acoplado a la capa del núcleo 30 del substrato 20 por intermedio de los bloques 50 y los elementos de conexión 60. Los bloques 50 pueden ser buenos conductores térmicos tales como metales y aleaciones incluyendo cobre, oro, platino, aluminio y sus combinaciones. Los elementos de conexión 60 pueden comprender cobre, aluminio, a modo de ejemplo, pudiendo ser, a modo de ejemplo, vías de cobre o zonas rebajadas en una forma de realización.

20 Los bloques 50 pueden acoplarse a los elementos de conexión 60, a modo de ejemplo, por intermedio de juntas de soldadura o mediante otros medios de conexión adecuados. Los elementos de conexión 60 están acoplados a la capa del núcleo 30 del substrato 20, que forma entonces parte del disipador de calor. El área grande de la capa del núcleo 30 ayuda a disipar el calor térmico desde la pastilla de circuito integrado 10, que se transfiere por intermedio del disipador de calor 40.

25 En varias formas de realización, el disipador de calor 40 tiene una conductividad térmica anisotrópica. Dicho de otro modo, el disipador de calor 40 es un mejor conductor en al menos una dirección horizontal (eje x en la Figura 1A) que en una dirección vertical (eje z en la Figura 1A). En algunas formas de realización, el disipador de calor 40 tiene una conductividad térmica similar a lo largo del plano horizontal (eje x y eje y que a lo largo del eje z). En varias formas de realización, en una realización preferida, se utiliza el substrato 20 como un medio para eliminar el calor con lo que se supera la incapacidad de un disipador de calor anisotrópico para extraer calor verticalmente alejándose de la pastilla de circuito integrado 10 mientras que permite una transferencia de calor más rápida fuera de la pastilla de circuito integrado 10.

35 En una o más formas de realización, el disipador de calor 40 comprende fibras térmicamente conductoras orientadas en el plano x-y formado por el eje x y el eje y. Las capas de fibras conductoras pueden conectarse juntas utilizando materiales que pueden no ser tan térmicamente conductores como las fibras conductoras. Puesto que las fibras conductoras están orientadas a lo largo del eje x y del eje y, la conductividad térmica a lo largo del plano x-y es mucho mayor que la conductividad térmica a lo largo de los planos verticales z-x o z-y. En varias formas de realización, la conductividad térmica del disipador de calor 40 puede cambiarse modificando la relación de las fibras conductoras a la matriz no conductora (tal como material epoxídico).

45 En una o más formas de realización, las fibras conductoras pueden ser isótopos de carbono tales como grafeno, que tiene una estructura de una capa de óxido de grafito. A modo de ejemplo, un compuesto de fibra de grafeno puede utilizarse como el disipador de calor 40 en una forma de realización. En varias formas de realización, el disipador de calor 40 comprende capas de grafeno unidas juntas mediante una matriz, láminas de grafeno laminadas que incluyen nanotubos dispersos en una matriz y/o pilas de capas de grafeno separadas por la matriz y dispersas en la matriz. La matriz puede comprender una matriz de unión adecuada, p.ej., epoxídica y puede ser térmicamente menos conductora que el grafeno. Las capas de grafeno en el disipador de calor 40 están orientadas a lo largo del plano x-y, lo que da lugar a las propiedades térmicas anisotrópicas elevadas del disipador de calor 40.

50 En varias formas de realización, el disipador de calor 40 puede tener una conductancia térmica a lo largo del eje x, del eje y y/o ambos ejes x e y de aproximadamente 500 W/mK a aproximadamente 1200 W/mK y aproximadamente 1000 W/mK en una forma de realización. Por el contrario, la conductancia térmica del eje z puede ser menor que aproximadamente 100 W/mK y aproximadamente 20 W/mK en una forma de realización.

55 En una forma de realización preferida, mientras que el cobre tiene una densidad de aproximadamente 8 g/cm<sup>3</sup> y el aluminio tiene una densidad de aproximadamente 2.7 g/cm<sup>3</sup>, el material del disipador de calor 40 tiene una densidad de aproximadamente 1-3 g/cm<sup>3</sup>. Además, a diferencia del cobre y del aluminio, el material del disipador de calor 40 tiene un coeficiente de dilatación térmica comparable al silicio y por lo tanto, se evitan los problemas debidos al fallo térmico del contacto entre la pastilla de circuito integrado 10 y el disipador de calor 40.

60 La Figura 1B ilustra una forma de realización en la que el disipador de calor 40 está acoplado a la capa del núcleo 30 desde los dos lados adyacentes. En una forma de realización alternativa que ilustra en la Figura 1C, el disipador de calor 40 está acoplado a la capa del núcleo 30 desde todos los cuatro lados.

65 Aunque las Figuras 1B y 1C ilustran los elementos de conexión 60 como una zona rebajada, las formas de

realización de la invención incluyen también una pluralidad de vías que pueden ser circulares o alargadas.

La Figura 2, que incluye las Figuras 2A-2C ilustra formas de realización del disipador de calor que tiene aletas adicionales.

5 La Figura 2 incluye todas las características de la Figura 1 pero también incluye una estructura de aletas inferior adicional.

La Figura 2A ilustra una vista en sección transversal y la Figura 2B ilustra una vista desde la parte superior.

10 Haciendo referencia a la Figura 2A, una pluralidad de aletas inferiores 110 están colocadas bajo la superficie inferior del disipador de calor 40. En varias formas de realización, la pluralidad de aletas inferiores 110 puede comprender un material de conductividad térmica adecuada incluyendo cobre, aluminio, etc.

15 Debido a la mayor conducción lateral, la superficie inferior del disipador de calor 40 probablemente estará más caliente que la superficie superior. Por lo tanto, la adición de aletas en la superficie inferior del disipador de calor 40 puede ayudar a eliminar alguna fracción del calor procedente del disipador de calor 40. Las aletas pueden enfriarse por aire naturalmente o mediante el paso de aire de refrigeración forzada.

20 La Figura 2C ilustra una forma de realización opcional en la que la pluralidad de aletas inferiores 110 pueden acoplarse a otras estructuras de aletas 120 para mejorar la tasa de refrigeración mediante las aletas. Las estructuras de aletas perpendiculares 120 se muestran solamente a título ilustrativo, pero en varias formas de realización, puede adoptarse cualquier estructura adecuada.

25 La Figura 3, que incluye las Figuras 3A-3B ilustra una forma de realización de la invención, que incluye aletas superiores junto con el disipador de calor.

Haciendo referencia a la vista en sección transversal de la Figura 3A, una pluralidad de aletas superiores 150 se coloca sobre la superficie superior del disipador de calor 40. En varias formas de realización, la pluralidad de aletas superiores 150 puede formarse utilizando cualquier estructura adecuada para mejorar la eficiencia del proceso de enfriamiento.

30 Aunque no se ilustran por separado, formas de realización de la invención incluyen también la utilización de la pluralidad de aletas superiores 150 sin incluir la pluralidad de aletas inferiores 110.

35 En una o más formas de realización, un espesor del disipador de calor 40 se selecciona como una función de la anisotropía del disipador de calor 40. A modo de ejemplo, si la conductividad térmica a lo largo de la dirección x es  $n$  veces la conductividad térmica a lo largo de la dirección z, en tal caso, el espesor del disipador de calor 40 a lo largo de la dirección z puede elegirse para ser aproximadamente  $5/n$  a aproximadamente  $1/n$ .

40 La Figura 4 ilustra una forma de realización de la invención que tiene capas de núcleo concéntricas o separadas dentro de la placa de circuito.

A diferencia de las formas de realización anteriores, el sustrato 20 puede comprender una pluralidad de zonas térmicamente separadas. A modo de ejemplo, una parte central 410 del sustrato 20 puede no incluir la capa del núcleo 30 para evitar la interferencia con las señales eléctricas que pasan desde la pastilla de circuito integrado 10 a través del sustrato 20. La pastilla de circuito integrado 10 puede acoplarse a potenciales/circuitos externos, a modo de ejemplo, por intermedio de la pluralidad de contactos 80 dispuestos en el lado inferior del sustrato 20. Vías pasantes dentro del sustrato 20 pueden utilizarse para acoplar el lado superior del sustrato 20 adyacente a la pastilla de circuito integrado 10 al lado inferior del sustrato 20 que tiene la pluralidad de contactos 80.

En esta forma de realización, la capa del núcleo 30 puede formarse como múltiples capas independientes, o una capa concéntrica única alrededor de la parte central 410, a modo de ejemplo, desde todos los lados.

55 La Figura 5 ilustra un disipador de calor que tiene una estructura curvada en conformidad con otra forma de realización de la invención.

En esta forma de realización, el disipador de calor 40 está curvado para mejorar la zona de contacto entre las diversas superficies de contacto. La zona de contacto aumentada mejora la transferencia de calor a través del contacto y por lo tanto, también mejora la disipación de calor desde la pastilla de circuito integrado 10. A modo de ilustración, la altura de los bloques 50 puede ser mayor que la altura de la pastilla de circuito integrado 10. El disipador de calor 40 puede insertarse en la separación entre la abrazadera 55 y la pastilla de circuito integrado 10. Cuando se hace descender la abrazadera 55, el disipador de calor 40 entra en contacto con la superficie superior de la pastilla de circuito integrado 10. La presión aplicada desde la abrazadera 55 y los bloques 50 asegura que la zona de contacto entre el disipador de calor 40 y la pastilla de circuito integrado 10, y las zonas de contacto entre el disipador de calor 40 y los bloques 50 sean maximizadas. La abrazadera 55 puede sustituirse con otros mecánicos

en varias formas de realización, a modo de ejemplo, cinta, estructuras metálicas, etc.

La Figura 6, que incluye las Figuras 6A y 6B, ilustra una forma de realización alternativa de la invención que incluye una pluralidad de rutas para transferir calor desde el disipador de calor al sustrato. Según se ilustra en la Figura 6, una pluralidad de rutas conductoras térmicas puede utilizarse para transferir calor de forma más eficiente desde el disipador de calor 40. En la Figura 6A, puede utilizarse una pluralidad de bloques 50 y elementos de conexión 60.

La Figura 6B ilustra una forma de realización alternativa en la que el número de elementos de conexión 60 es más alto en relación con el número de bloques 50. Esta circunstancia ayuda a aumentar el área de sección transversal de los elementos de conexión 60 con lo que se aumenta la capacidad de transferencia de calor de los elementos de conexión 60.

La Figura 7 ilustra un dispositivo que tiene una pluralidad de disipadores de calor en los que al menos uno de los disipadores de calor tiene una conductividad térmica anisotrópica en conformidad con una forma de realización de la invención.

Haciendo referencia a la Figura 7, un disipador de calor 40 está dispuesto sobre una pastilla de circuito integrado como en las formas de realización anteriores. Sin embargo, un disipador de calor adicional 710 está dispuesto sobre el disipador de calor 40. El disipador de calor adicional 710 puede tener una conductancia térmica isotrópica mientras que el disipador de calor 40 puede tener una conductancia térmica anisotrópica. Por lo tanto, en esta forma de realización, la transferencia de calor se realiza eficientemente desde el lado inferior del disipador de calor 40 a través del sustrato 20 y/o la pluralidad de aletas inferiores 110, según se describe en varias formas de realización. Como alternativa, la fracción de calor que alcanza la superficie superior del disipador de calor 40 se elimina utilizando un segundo disipador de calor que puede incluir mayores y más numerosas aletas, p.ej., una pluralidad de aletas superiores 150. La mayor y más amplia estructura de aletas asegura que la conducción de calor a través del disipador de calor 40 a lo largo del eje z pueda eliminarse eficientemente mediante el disipador de calor 710 adicional.

La Figura 8, que incluye las Figuras 8A-8B, ilustra una forma de realización de la invención que incluye estructuras de vías pasantes en el disipador de calor, en donde la Figura 8A ilustra una vista en sección transversal y la Figura 8B ilustra una vista desde la parte superior. Las estructuras de vías pasantes pueden eliminar eficientemente el calor a lo largo de la dirección vertical en particular cuando se combinan con otras formas de realización de la invención, a modo de ejemplo, las aletas superiores 150 de la Figura 3, un disipador de calor adicional 710 de la Figura 7, etc.

Haciendo referencia a la Figura 8A y a la Figura 8B, una pluralidad de vías pasantes 210 están dispuestas en el disipador de calor 40. En varias formas de realización, las vías pasantes 210 están rellenas con una sustancia conductora que tiene una buena conductancia a lo largo del eje vertical (eje z). A modo de ejemplo, las vías pasantes 210 pueden rellenarse con un material de alta conductividad térmica tal como cobre. Como alternativa, las vías pasantes 210 pueden laminarse con un material térmicamente y/o eléctricamente conductor para mejorar todavía más la conductividad. En una forma de realización, las vías pasantes 210 pueden revestirse con plata mientras que el núcleo interior se rellena con un material térmicamente conductor tal como cobre. En otra forma de realización, las paredes laterales exteriores de las vías pasantes 210 pueden revestirse directamente, a modo de ejemplo, con diamante y/o grafeno.

La Figura 8B ilustra también una pluralidad de barras de sustrato pasante 220 dispuestas en el disipador de calor 40. A diferencia de las vías pasantes 210, las barras de sustrato pasante 220 tienen una longitud mayor que la anchura. En una o más formas de realización, la orientación de las barras de sustrato pasante 220 se selecciona para minimizar la interrupción de la conducción térmica lateral por intermedio del disipador de calor 40. A modo de ejemplo, en una forma de realización, si la conducción lateral a lo largo del eje x es mayor que a través del disipador de calor 40 que por intermedio del eje y, puede ser óptimo orientar las barras de sustrato pasante 220 a lo largo del eje y.

De modo similar a las vías pasantes 210, las barras de sustrato pasante 220 pueden rellenarse con una sustancia conductora que tenga una buena conductancia a lo largo del eje vertical (eje z). A modo de ejemplo, las barras de sustrato pasante 220 pueden rellenarse con un material de alta conductividad térmica tal como cobre. Como alternativa, las barras de sustrato pasante 220 pueden laminarse con un material térmicamente y/o eléctricamente conductor para mejorar todavía más la conductividad. En una forma de realización, las barras de sustrato pasante 220 pueden revestirse con plata mientras que el núcleo interior se rellena con un material térmicamente conductor tal como cobre. En otra forma de realización, las paredes laterales exteriores de las barras de sustrato pasante 220 pueden revestirse directamente, a modo de ejemplo, con diamante y/o grafeno.

La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo de un método de formación de un conjunto de placas de circuito impreso de conformidad con las formas de realización de la invención.

Haciendo referencia al diagrama de flujo de la Figura 9, un dispositivo de semiconductor, tal como una pastilla de circuito integrado en las Figuras 1 a 8, puede colocarse sobre un sustrato que tenga una capa del núcleo

térmicamente conductora, tal como una capa del núcleo 30 en las Figuras 1 a 8 (caja 810). Ejemplos del sustrato incluyen el sustrato 20 según se describe en las Figuras 1 a 8. El disipador de calor, tal como un disipador de calor 40 descrito en las Figuras 1 a 8, que tiene una conductividad térmica anisotrópica está situado sobre el dispositivo de semiconductor (caja 820).

5 El disipador de calor está térmicamente acoplado al sustrato (cajas 830 y 840). En varias formas de realización, la superficie inferior del disipador de calor puede acoplarse utilizando, a modo de ejemplo, un material de interfaz térmica (TIM). Una capa de TIM puede revestirse sobre una superficie superior del bloque y/o la superficie inferior del disipador de calor. El enlace térmico entre el bloque y el disipador de calor puede conseguirse mediante un  
10 proceso de curado o un proceso de alta temperatura, según sea necesario. La superficie inferior opuesta del bloque puede acoplarse a los elementos de conexión 60, que pueden ser una vía o una zona rebajada, a modo de ejemplo, utilizando un proceso de soldadura. Los elementos de conexión pueden estar térmicamente acoplados (p.ej., durante la fabricación del sustrato) a la capa del núcleo térmicamente conductora.

15 Las formas de realización anteriormente descritas dan a conocer, de este modo, un disipador de calor anisotrópico de bajo coste con una muy alta conductividad térmica en al menos una dirección lateral (p.ej., eje x, eje y, o ambos, eje x y eje y). Mientras que la conductividad del eje z puede permanecer relativamente deficiente (p.ej., aproximadamente 20 W/mK), varias formas de realización aquí descritas superan esta limitación mediante un  
20 método que maximiza la conducción lateral del calor.

Formas de realización dan a conocer, de forma preferida, un disipador de calor de bajo coste relativo a un disipador de calor de aluminio o cobre. Además del más bajo coste, las formas de realización también permiten ventajosamente un disipador de calor de peso liviano, a modo de ejemplo, más ligero que un disipador de calor de aluminio o cobre comparable. De este modo, los disipadores de calor de peso liviano, aquí descritos, son muy  
25 deseables para aplicaciones sensibles al peso, tales como conjuntos para enrutadores y servidores.

Aunque la presente invención y sus ventajas han sido descritas en detalle, debe entenderse que varios cambios, sustituciones y modificaciones pueden realizarse sin desviarse por ello del espíritu y alcance de la protección de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas. A modo de ejemplo, se entenderá fácilmente por los  
30 expertos en esta técnica que numerosas características, funciones, procesos y materiales aquí descritos pueden variarse permaneciendo, no obstante, dentro del alcance de la presente invención.



**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo que comprende:

5 una placa de circuito (20) que tiene una parte central (410) y una capa del núcleo térmicamente conductora (30) bajo la forma de múltiples capas independientes o de una capa concéntrica única que rodea a la parte central (410), en donde la parte central (410) está térmicamente separada de la capa del núcleo térmicamente conductora (30);

10 una pastilla de circuito integrado (10) dispuesta sobre la parte central (410) de la placa de circuito (20); y

un disipador de calor (40) dispuesto sobre la pastilla de circuito integrado, en donde una conductividad térmica del disipador de calor (40) a lo largo de una primera dirección es mayor que una conductividad térmica a lo largo de una segunda dirección, siendo la primera dirección perpendicular a la segunda dirección, y en donde el disipador de calor (40) está acoplado térmicamente a la capa del núcleo térmicamente conductora (30).

15 2. El dispositivo según la reivindicación 1, que comprende, además:

un primer bloque de transferencia de calor (50) dispuesto sobre una superficie inferior del disipador de calor (40), estando el primer bloque de transferencia de calor (50) dispuesto entre un borde del disipador de calor (40) y la placa de circuito (20); y

25 un primer elemento de conexión (60) dispuesto en la placa de circuito (20) y térmicamente acoplado entre el primer bloque de transferencia de calor (50) y la capa del núcleo térmicamente conductora (30), en donde el disipador de calor (40) está térmicamente acoplado a la capa del núcleo térmicamente conductora (30) por intermedio del primer bloque de transferencia de calor (50) y el primer elemento de conexión (60).

3. El dispositivo según la reivindicación 2, que comprende, además:

30 un segundo bloque de transferencia de calor (50) dispuesto sobre la superficie inferior del disipador de calor (40), estando el segundo bloque de transferencia de calor (50) dispuesto entre el primer bloque de transferencia de calor (50) y la pastilla de circuito integrado (10); y

35 un segundo elemento de conexión (60) dispuesto en la placa de circuito (20) y acoplado térmicamente entre el segundo bloque de transferencia de calor (50) y la capa del núcleo térmicamente conductora (30).

4. El dispositivo según la reivindicación 2 que comprende, además, un segundo elemento de conexión (60) acoplado térmicamente entre el primer bloque de transferencia de calor (50) y la capa del núcleo térmicamente conductora (30).

40 5. El dispositivo según la reivindicación 1 que comprende, además, una pluralidad de aletas inferiores (110) dispuestas sobre una superficie inferior del disipador de calor (40), estando la superficie inferior del disipador de calor (40) más próxima a la pastilla de circuito integrado (10) que una superficie superior opuesta del disipador de calor (40).

45 6. El dispositivo según la reivindicación 5 que comprende, además, una pluralidad de aletas auxiliares (120) acopladas a la pluralidad de aletas inferiores (110), estando la pluralidad de aletas auxiliares (120) orientadas en una dirección distinta que la pluralidad de aletas inferiores (110).

50 7. El dispositivo según la reivindicación 1 que comprende, además, una pluralidad de aletas superiores (150) dispuestas sobre una superficie superior del disipador de calor (40), estando la superficie superior del disipador de calor (40) más alejada de la pastilla de circuito integrado (10) que una superficie inferior opuesta del disipador de calor (40).

55 8. El dispositivo según la reivindicación 1, en donde el disipador de calor (40) está acoplado a la capa del núcleo térmicamente conductora (30) por intermedio de al menos dos rutas térmicamente conductoras.

9. El dispositivo según la reivindicación 1 que comprende, además:

60 un disipador de calor isotrópico (710) dispuesto sobre el disipador de calor (40); y

una pluralidad de aletas superiores (150) dispuestas sobre el disipador de calor isotrópico (710).

10. Un método para formar un conjunto de placa de circuito impreso, cuyo método comprende:

65 colocar un dispositivo de semiconductor (10) sobre un sustrato (20), teniendo el sustrato (20) una parte central (410) y una capa del núcleo térmicamente conductora (30) formada como múltiples capas independientes o una

capa concéntrica única que rodea a la parte central (410) en donde la parte central (410) está térmicamente separada de la capa del núcleo térmicamente conductora (30) en donde el dispositivo de semiconductor (10) está colocado sobre la parte central (410) del sustrato (20);

5 colocar un disipador de calor (40) que tiene una conductividad térmica anisotrópica sobre el dispositivo de semiconductor (10); y

10 acoplar térmicamente una superficie inferior del disipador de calor (40) a la capa del núcleo térmicamente conductora (30), estando la superficie inferior del disipador de calor (40) más próxima al dispositivo de semiconductor (10) que una superficie superior opuesta del disipador de calor (40).

**11.** El método según la reivindicación 10, en donde el acoplamiento térmico de una superficie inferior del disipador de calor (40) a la capa del núcleo térmicamente conductora (30) comprende:

15 fijar una superficie superior de un bloque de transferencia de calor (50) a un borde del disipador de calor (40); y

fijar una superficie inferior opuesta del bloque de transferencia de calor (50) a un elemento de conexión (60) en el sustrato (20), estando el elemento de conexión (60) acoplado térmicamente a la capa del núcleo térmicamente conductora.

20 **12.** El método según la reivindicación 10 que comprende, además, acoplar térmicamente una pluralidad de aletas inferiores (110) a la superficie inferior del disipador de calor (40).

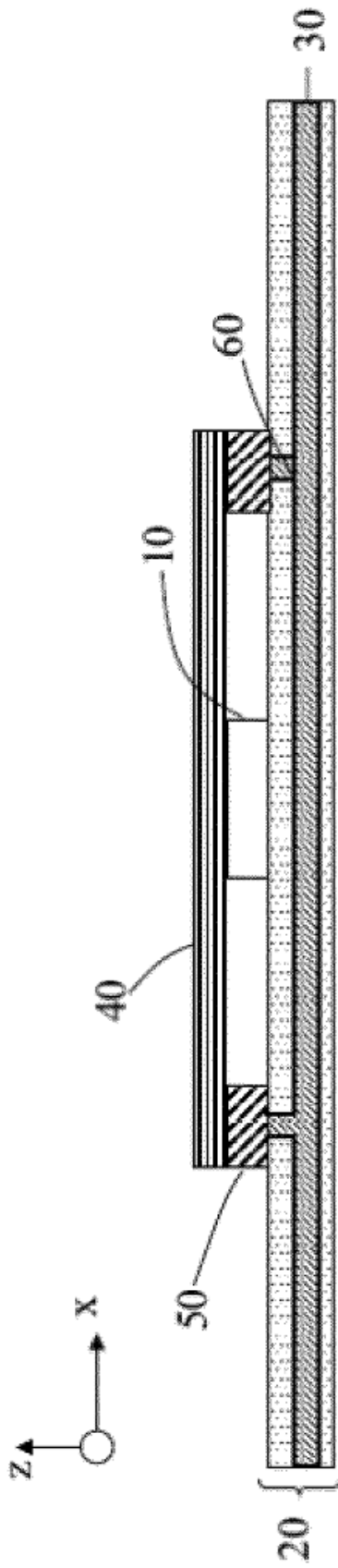


Fig. 1A

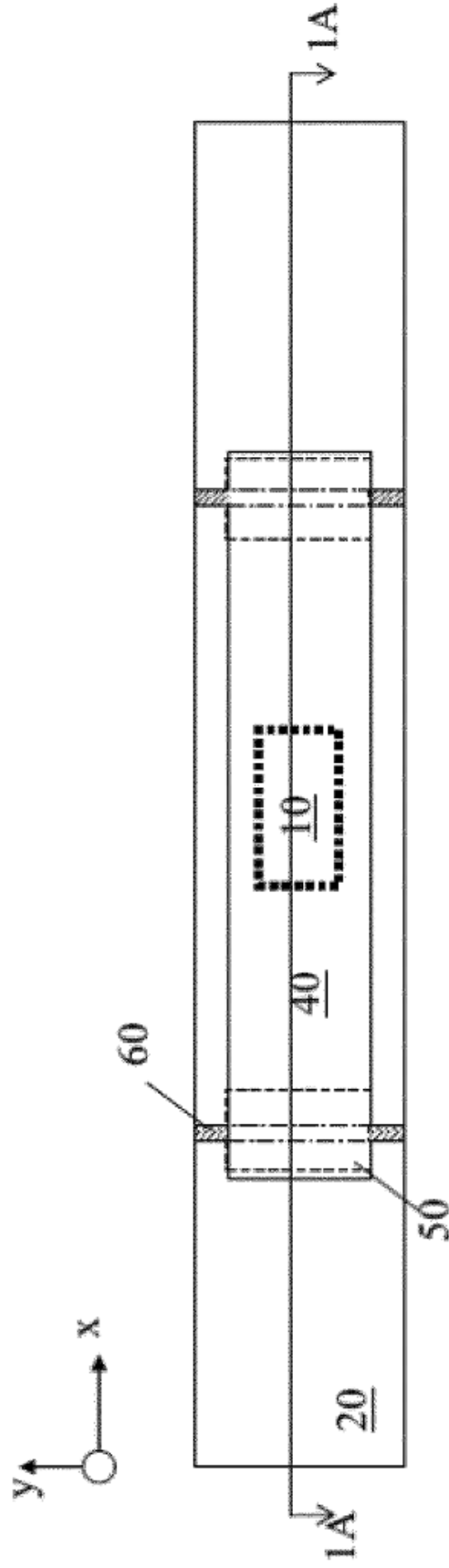
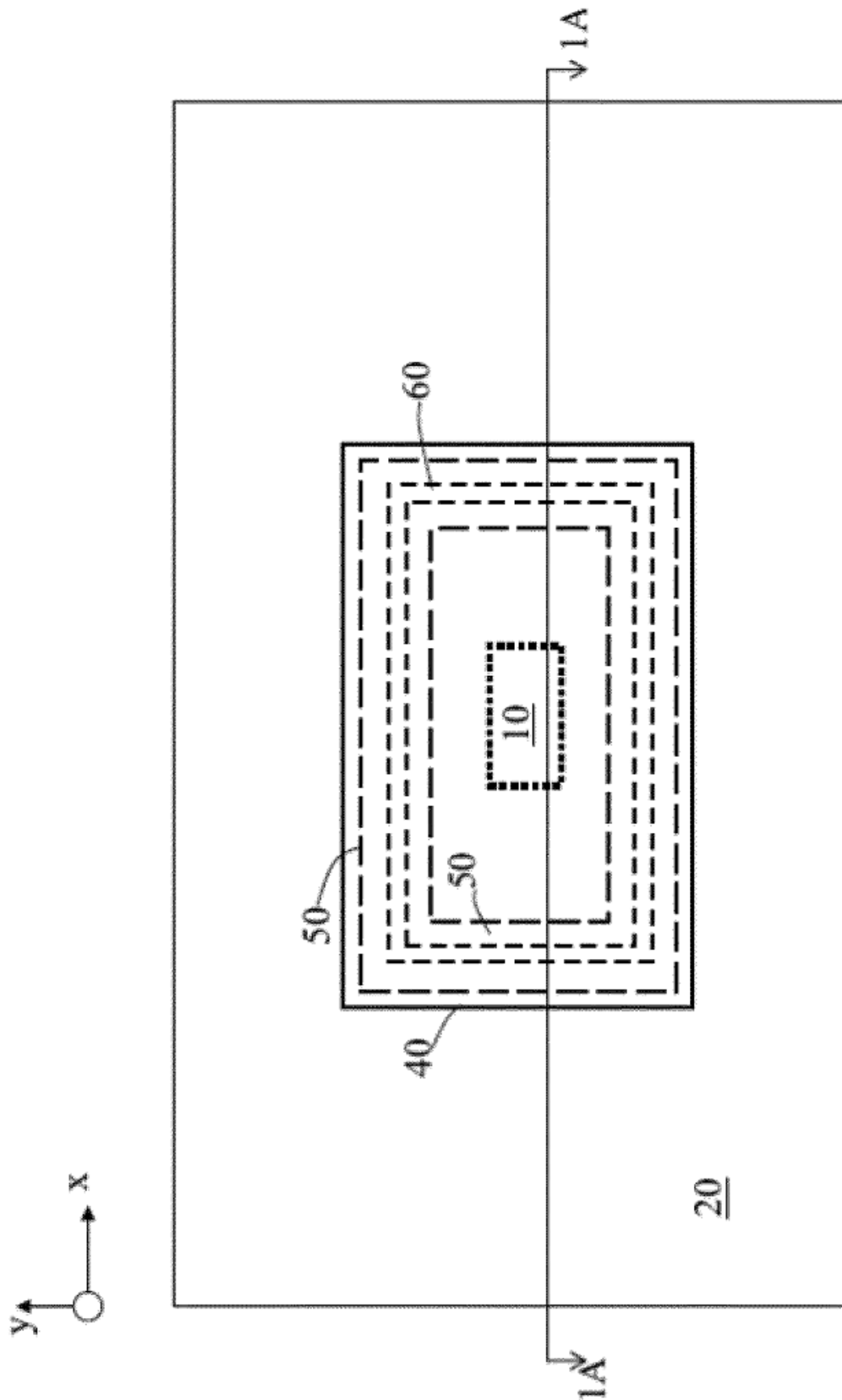


Fig. 1B



*Fig. 1C*

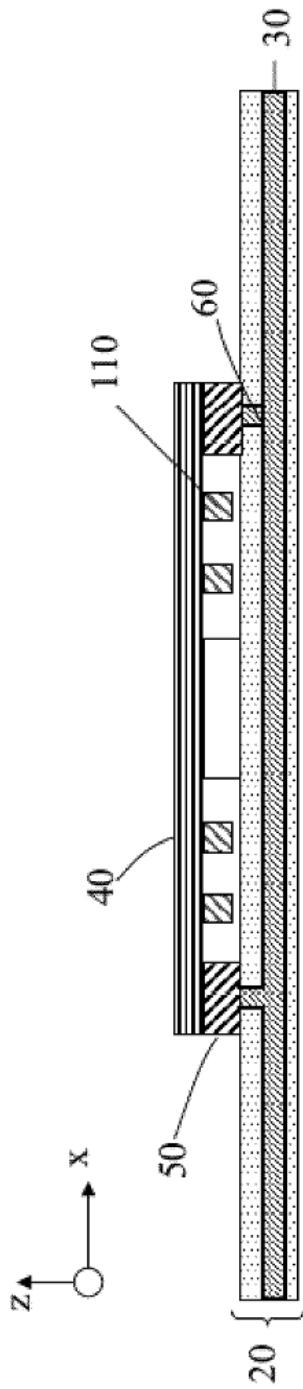


Fig. 2A

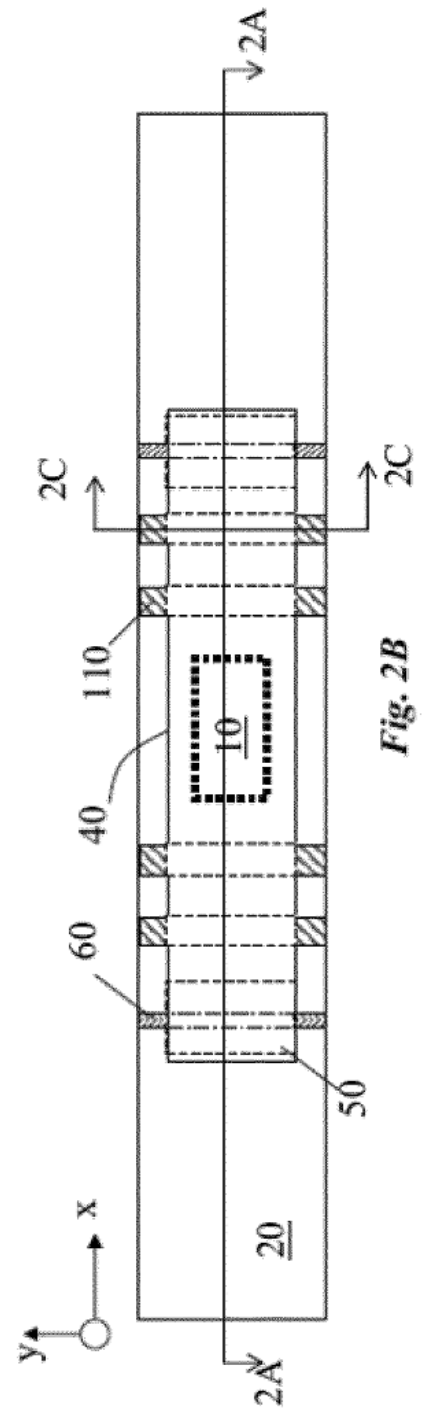


Fig. 2B

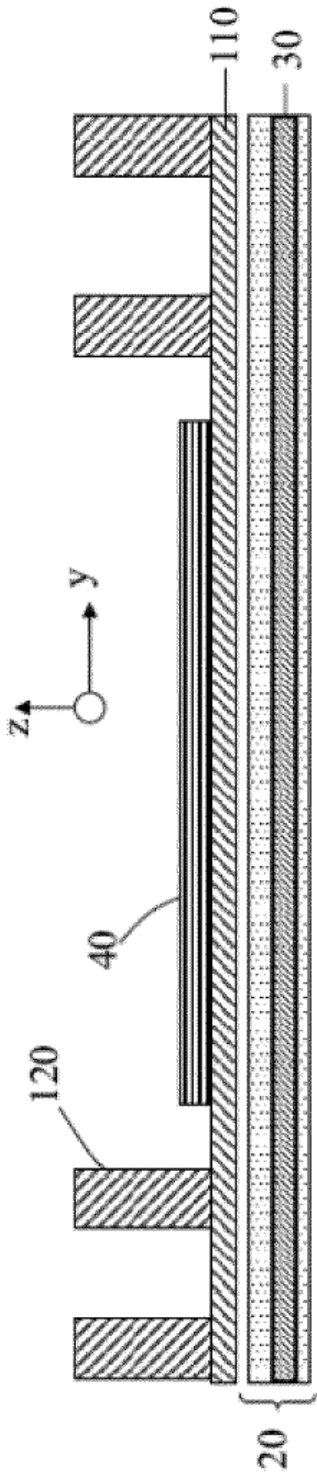


Fig. 2C

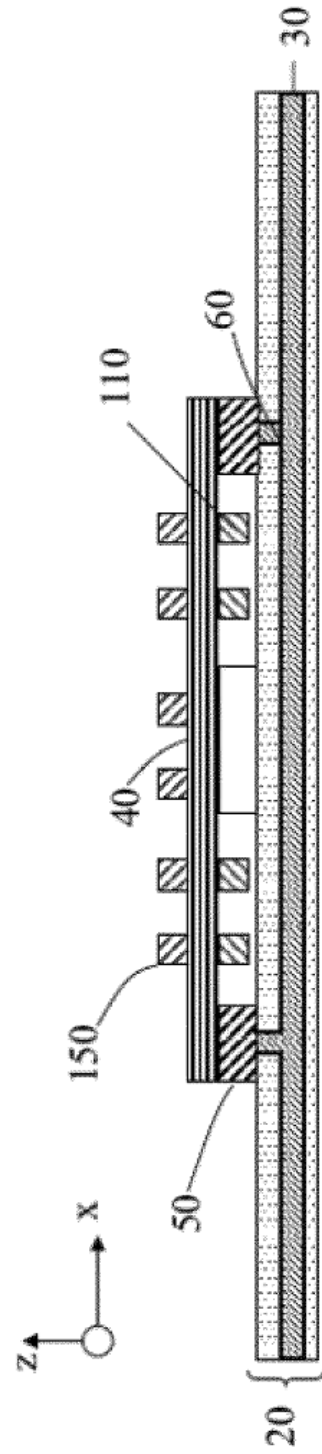


Fig. 3A

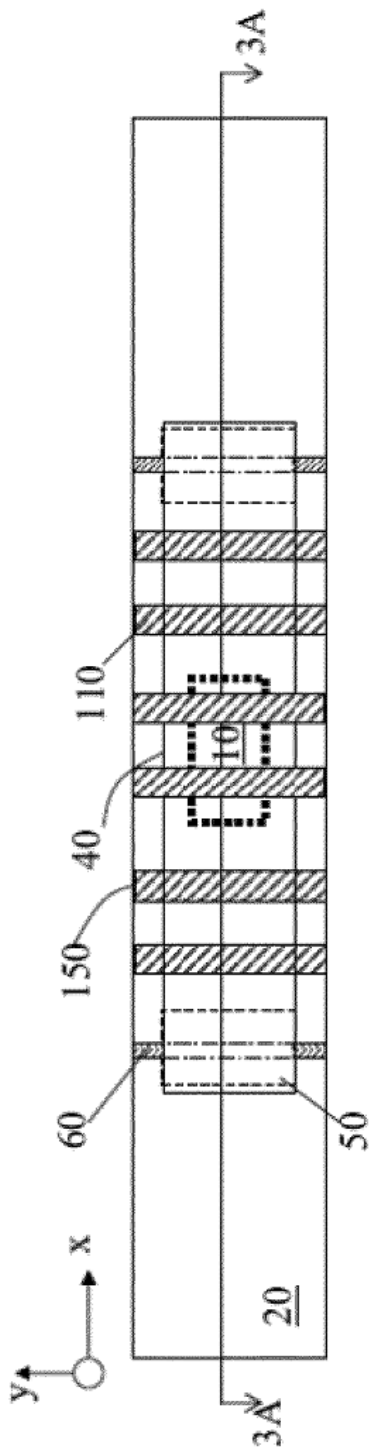


Fig. 3B

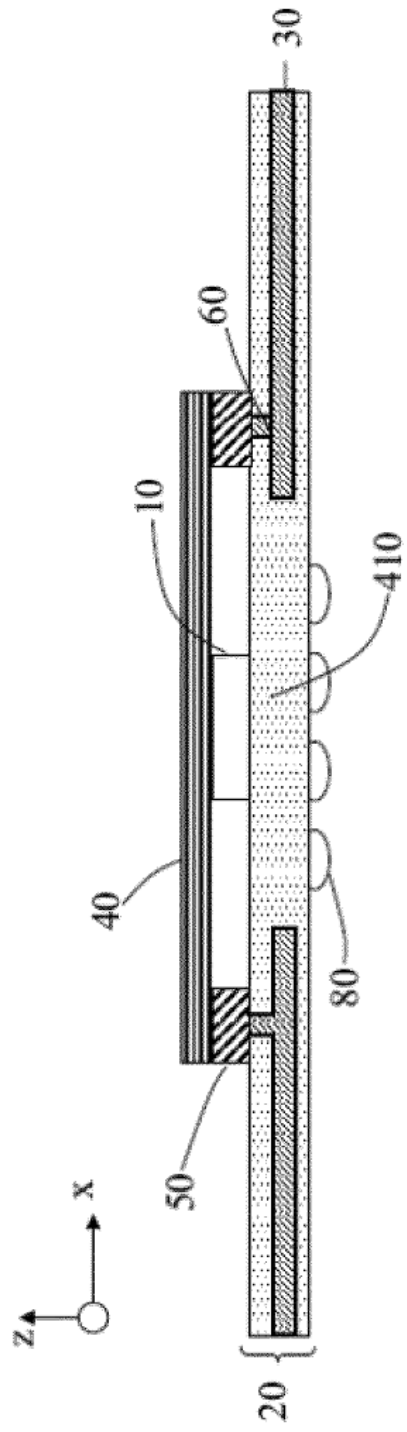


Fig. 4

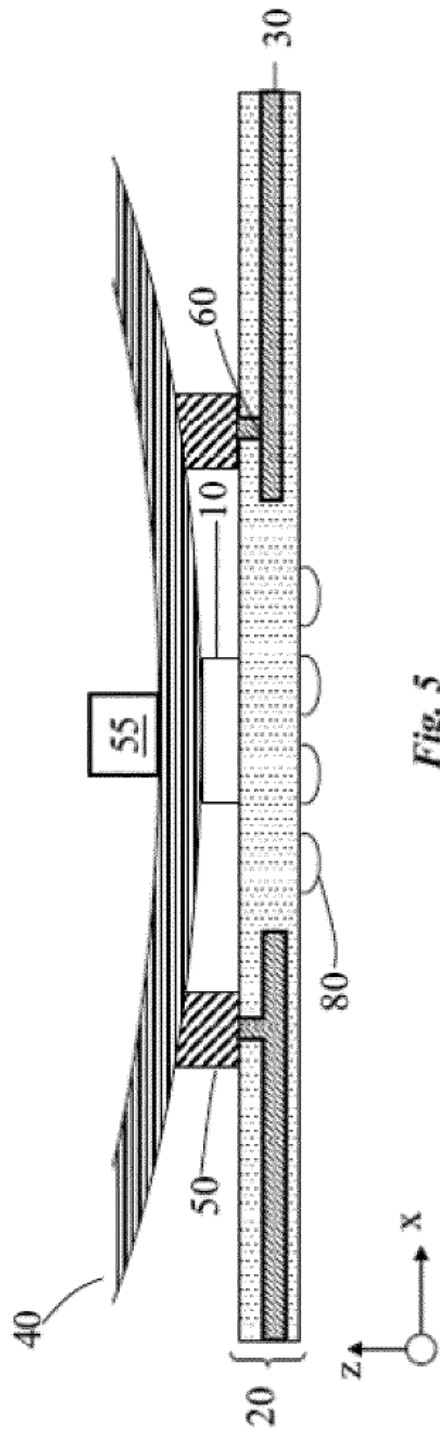


Fig. 5

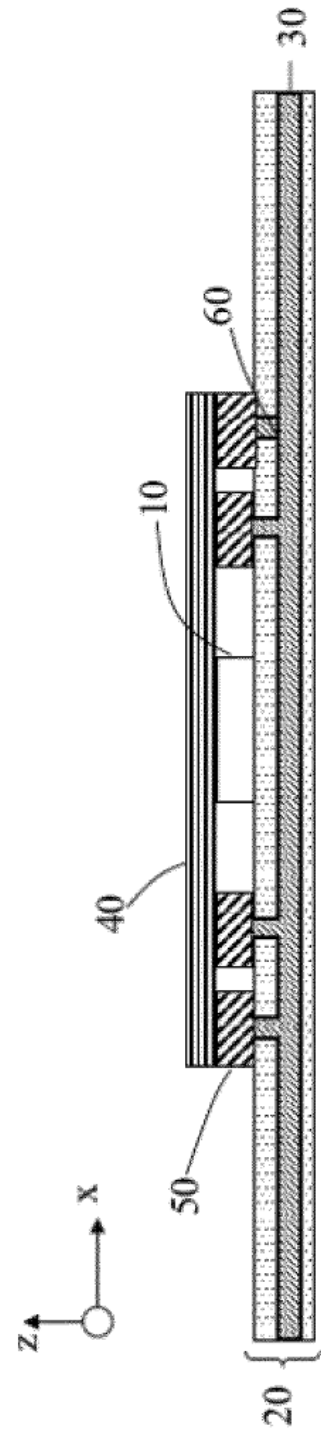


Fig. 6A



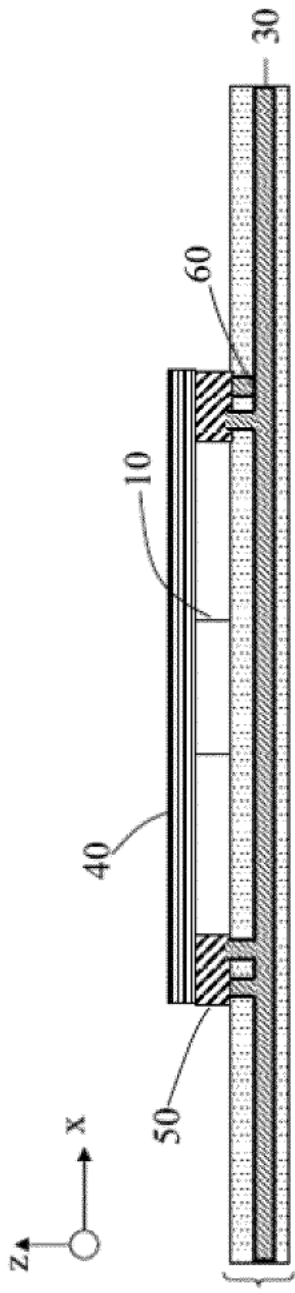


Fig. 6B

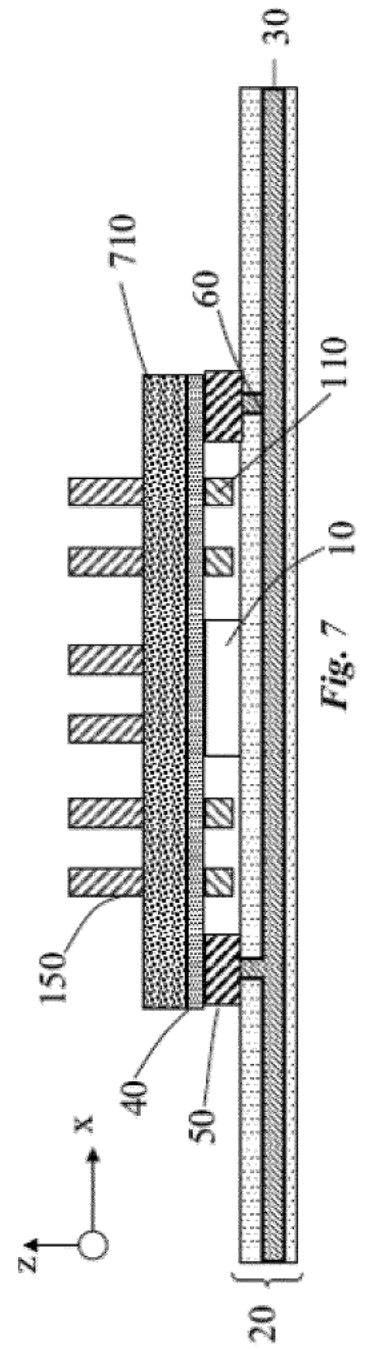


Fig. 7

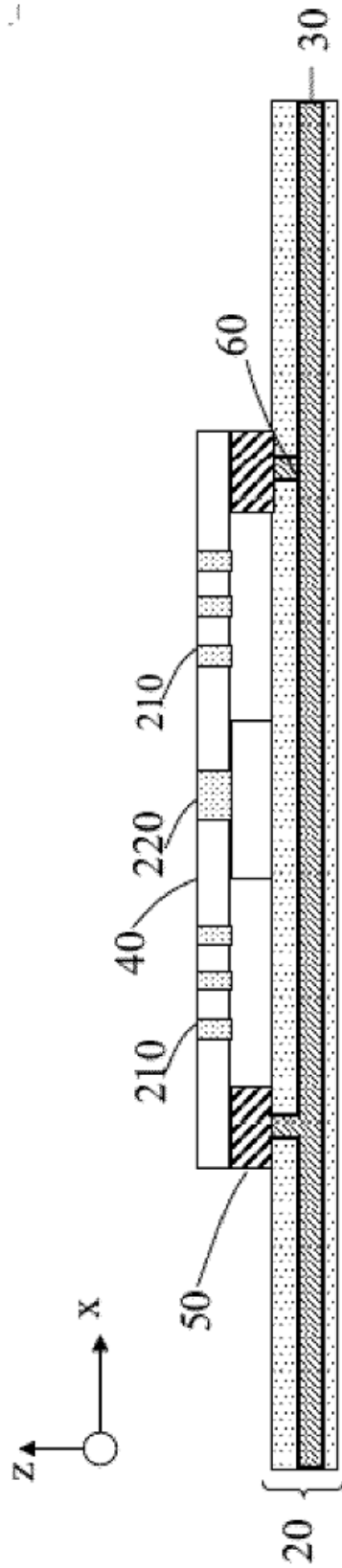


Fig. 8A

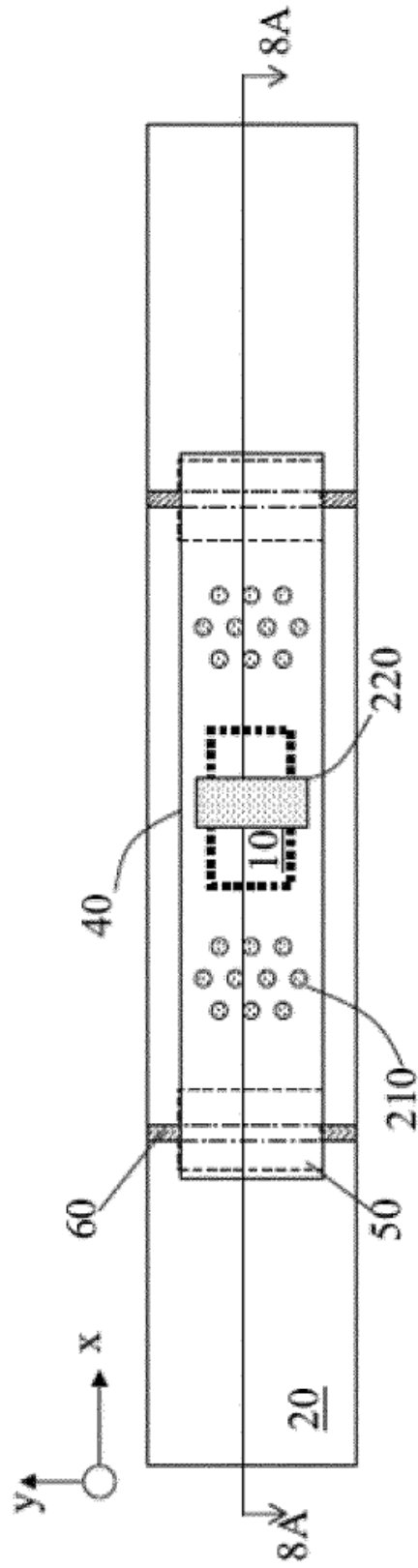
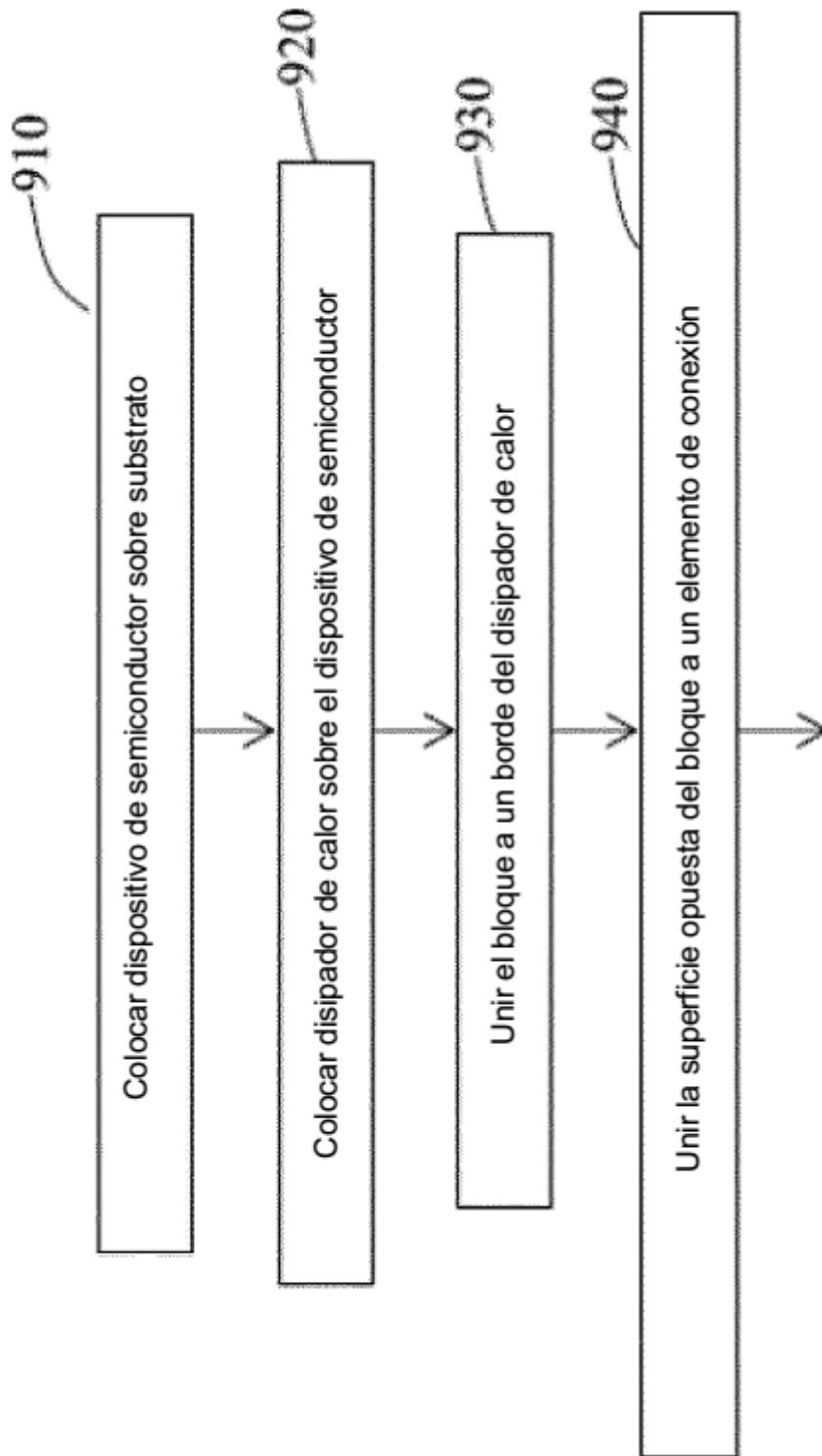


Fig. 8B



*Fig. 9*