



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 298 303**

51 Int. Cl.:
H01L 23/48 (2006.01)
H01L 23/051 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02008374 .7**
86 Fecha de presentación : **12.04.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1255299**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **06.11.2002**

54 Título: **Módulo semiconductor de potencia con contacto a presión.**

30 Prioridad: **05.05.2001 DE 101 21 970**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2008

73 Titular/es: **SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG.**
Sigmundstrasse 200
90431 Nürnberg, DE

72 Inventor/es: **Heilbronner, Heinrich**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 298 303 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

Módulo semiconductor de potencia con contacto a presión.

El invento describe un módulo semiconductor de potencia con componentes activos y/o pasivos, en especial un módulo convertidor de potencia según el preámbulo de la reivindicación 1. Módulos semiconductores de potencia de este tipo se conocen de la literatura. Para aumentar la capacidad, la fiabilidad y la vida útil con una simultánea reducción de costes de fabricación, son condición indispensable métodos diferentes de las tecnologías de conformación de componentes.

Los módulos semiconductores de potencia modernos, punto inicial de este invento, son módulos sin placa base, como se describe, por ejemplo, en el documento DE 199 03 875 A1, compuestos de

- una carcasa;
- un sustrato cerámico con recubrimientos metálicos dispuestos sobre el mismo conforme al circuito, producidos, por ejemplo, según el procedimiento DCB (directo copper bonding);
- componentes, como por ejemplo diodos, transistores, resistores o sensores, en unión directa sobre dicho sustrato por medio de técnicas de soldadura;
- uniones por pegado para conectar el lado estructurado de los componentes con otros componentes, el sustrato y/o elementos de conexión que conducen hacia fuera;
- una masa de relleno compuesta preferentemente de caucho silicónico para el aislamiento entre sí de los diferentes componentes.

En los módulos de semiconductores de potencia de este tipo, para el contacto térmico del módulo sobre un cuerpo refrigerante ha quedado demostrada como muy ventajosa la tecnología de conformación mediante contacto a presión. Ha quedado comprobado que la calidad de las soldaduras son muy difíciles de dominar, en especial aquellas de gran superficie, con lo que sufren la fiabilidad y la vida útil de los módulos de semiconductores de potencia.

La formación de la presión en módulos de semiconductores de potencia de este tipo contactados a presión se consigue por medio de una placa de presión mecánicamente estable. Dependiendo de la configuración posterior, la presión generada puede transmitirse directamente al sustrato mediante configuraciones especiales de la placa de presión, como se muestra, por ejemplo, en el documento DE 196 48 562 C1, o mediante un acumulador elástico de presión según el documento DE 199 03 875 A1.

Por el documento DE 41 32 947 A1 se conocen placas flexibles de circuitos impresos, así como la utilización de pastas electroconductoras y/o aislantes en módulos semiconductores de potencia. Las mismas se utilizan como sustituto de los sustratos cerámicos, así como para la unión entre los componentes.

En el documento US 4 180 828 se describe la conexión de un componente con los circuitos impresos de un sustrato a través de una película flexible. El contacto eléctrico entre la película y el componente o en-

tre la película y los circuitos impresos se establece mediante soldadura blanda o pegado.

Los procedimientos de fabricación según el documento DE 196 48 562 C1 o DE 199 03 875 A1 tiene la desventaja que, como es habitual en módulos modernos, deben conectarse entre sí y/o con el sustrato una pluralidad de componentes. Técnicamente se consigue por medio de una pluralidad de uniones individuales. Es muy común encontrar hasta 10 soldaduras sin aporte por presión por componente. Debido a que estas soldaduras sin aporte por presión se producen en serie, su fabricación consume un tiempo considerable y constituye con ello una parte sustancial del coste de fabricación del módulo.

El procedimiento de fabricación según el documento DE 41 32 947 A1 presenta en parte un diseño de capas extremadamente complejo, y requiere continuar usando uniones soldadas clásicas. Por consiguiente, no está garantizada una configuración eficiente de módulos de semiconductores de potencia.

Conforme al documento US 4 180 828, mediante la técnica de soldadura o pegado se aplica la película flexible sobre el componente o bien sobre los circuitos impresos del sustrato. La producción práctica de uniones soldadas de este tipo es dificultosa, debido a que el aporte térmico a través de la película requiere técnicas especiales para evitar el deterioro o incluso la destrucción de la película.

El documento US 5 267 867 da a conocer un conjunto de múltiples circuitos integrados (Ics), dispuestos sobre un sustrato refrigerante común. Sobre la superficie contraria a ello, dichos Ics presentan botones nodulares de contacto que están conectadas en forma electroconductor a botones nodulares de contacto de una placa flexible de circuitos impresos que conecta múltiples Ics. Para conseguir un contacto eficiente de esta disposición, los diferentes Ics están rodeados de un marco.

El documento US 5 856 913 describe un módulo de semiconductores de potencia, compuesto de un sustrato cerámico con áreas de contacto electroconductoras dispuestas sobre el mismo de forma estructurada y electroconductor, con componentes de potencia dispuestos y un contacto a presión a una placa flexible de circuitos impresos.

El documento US 5 659 952 describe una disposición para la configuración de un módulo de semiconductores de potencia, compuesto de un sustrato, componentes de potencia dispuestos y múltiples capas aislantes flexibles, entre las que existe incorporado un material aislante flexible para aislar los componentes electroconductores y, al mismo tiempo, permitir una disipación del calor.

El presente invento tiene el objetivo de crear un módulo de semiconductores de potencia en el que puede eliminarse al menos en parte la necesidad de uniones pegadas y/o soldadas entre los diferentes componentes de semiconductores o bien entre componentes de semiconductores y diferentes áreas de contacto, por ejemplo, las del sustrato, y que presenta como mínimo una calidad equivalente al estado actual de la técnica en términos de vida útil y fiabilidad, y puedan fabricarse a coste económico. Un objetivo adicional consiste en simplificar el aislamiento de los diferentes componentes entre sí.

El objetivo se consigue mediante las medidas de la parte caracterizante de la reivindicación 1, así como el objetivo complementario se consigue mediante

las medidas de la parte caracterizante de la reivindicación 2. Otras configuraciones ventajosas se mencionan en las subreivindicaciones. De este modo, a continuación no se entenderán como placas de circuitos impresos sólo las construcciones esencialmente rígidas, sino también desarrollos modernos flexibles, tales como son descritas en el actual estado de la técnica. Las mismas son denominadas en adelante “placas flexibles de circuitos impresos” y para el contacto eléctrico se caracterizan por una conformación de diferentes circuitos impresos aislados entre sí, así como respecto de la superficie, y áreas de contacto no aisladas respecto de la superficie.

En la fabricación de módulos de semiconductores de potencia económicos y, al mismo tiempo, de una fiabilidad y vida útil elevadas, deben sustituirse etapas de producción especialmente complejas por soluciones más sencillas y rápidas de implementar. Particularmente consumidor de tiempo es dotar al módulo de semiconductores de potencia de los componentes de semiconductores y su posterior cableado conforme al circuito por medio de uniones pegadas.

La configuración según el invento de un cableado conforme al circuito se realiza, como mínimo en parte, mediante una placa flexible de circuitos impresos en vez de las soldaduras sin aporte por presión. Las soldaduras sin aporte por presión se realizan en forma seriada, mientras que la conexión por medio de la placa flexible de circuitos impresos requiere sólo una operación realizable rápidamente. Debido a las desventajas antes mencionadas de uniones directas, especialmente de uniones soldadas, su uso se limita en lo posible a unas pocas aplicaciones. Existen dos alternativas equivalentes.

Los componentes de semiconductores se aplican sobre las áreas de contacto del sustrato cerámico por unión directa, estando las áreas de contacto del sustrato configuradas de forma que realizan uniones conformes al circuito entre los diferentes componentes de semiconductores. Por ejemplo, la unión directa puede realizarse mediante soldadura blanda o por medio de un procedimiento de pegado más moderno, que permite en parte también en sí mismo conexiones más flexibles. El posterior cableado conforme al circuito de los componentes de semiconductores entre sí y también con otras áreas de contacto del sustrato, se realiza por medio de la placa flexible de circuitos impresos. Esta placa de circuitos impresos es conectada por unión al ras mediante el contacto a presión del módulo contra las primeras superficies principales de los componentes de semiconductores. Este contacto a presión consiste, según el actual estado de la técnica, de un elemento acumulador de presión y una placa de presión que incorpora la presión al sistema. La presión necesaria para el contacto es producida solamente con la unión del módulo de semiconductores de potencia al cuerpo refrigerante. De este modo, el contacto eléctrico completo y fiable del módulo de semiconductores de potencia se realiza simultáneamente con el contacto térmico del módulo de semiconductores de potencia sobre el cuerpo refrigerante.

Como segunda variante según el invento es posible fijar los componentes de semiconductores a la placa flexible de circuitos impresos mediante la unión directa, preferentemente por medio de un proceso de pegado. Las conexiones conformes al circuito sobre el sustrato, como así también en la placa flexible de circuitos impresos, se realizan en forma análoga a la

primera configuración. Mediante la aplicación sobre el sustrato de la placa flexible de circuitos impresos dotada de componentes de circuitos impresos, se produce el cableado completo conforme al circuito del módulo de semiconductores de potencia. La funcionalidad completa del cableado se obtiene solamente con el contacto a presión antes mencionado, incluyendo el contacto termoconductor con el cuerpo refrigerante.

En aplicaciones especiales puede ser ventajosa una forma mixta de ambas soluciones.

Ambas soluciones tienen la misma propiedad ventajosa de que la fabricación de las conexiones electroconductoras por unión al ras se produce por medio del contacto a presión ya existente en el módulo de semiconductores de potencia, para el contacto térmico con el cuerpo refrigerante.

La placa de circuitos impresos puede continuar sirviendo como mínimo para el contacto parcial de las conexiones externas de potencia y/o de control. En este caso son igualmente concebibles variantes de contacto por unión al ras y/o unión directa. En una variante de unión al ras, el contacto a presión del módulo de semiconductores de potencia puede igualmente garantizar una conexión duradera, es decir, un contacto permanente seguro.

La configuración, según el invento, del aislamiento de los diferentes componentes entre sí se realiza mediante una material aislante flexible. Este material aislante puede presentar una estructura pastosa o esponjosa. Preferentemente, el material aislante se aplica sobre las primeras superficies principales, así como en los espacios entre los componentes.

A continuación, en el siguiente proceso de fabricación del módulo de semiconductores de potencia según el invento se aplica la placa de circuito impreso. Sobre esta placa de circuitos impresos se encuentra dispuestos botones nodulares sobre el lado orientado a la primera superficie principal de los componentes, de modo tal que se garantiza una unión conforme al circuito. Debido a la aplicación de presión, los botones nodulares desplazan el material de aislamiento en los puntos en los que es necesario un contacto. A través de escotaduras apropiadas, el material de aislamiento remanente es desalojado hacia fuera de la zona entre el sustrato dotado de componentes y la placa flexible de circuito impreso. De este modo se garantiza que mediante el contacto a presión se establece, por un lado, un contacto eléctrico seguro entre los componentes o bien las áreas de contacto del sustrato y la placa flexible de circuitos impresos y, por otro lado, que el espacio entre el sustrato dotado de componentes y la placa flexible de circuitos impresos es rellenado completamente del material aislante. Ello asegura el aislamiento entre los diferentes componentes.

Se explican configuraciones especiales de la solución conforme al invento sobre la base de las figuras 1 y 2. La figura 2 muestra un detalle de la figura 1. Por motivos de claridad se renunció a representar una carcasa.

En las figuras se muestra una sección de un módulo de semiconductores de potencia que presenta las características del invento en una configuración con el cuerpo refrigerante 1. El cuerpo refrigerante 1 está conectado de forma termoconductor con el sustrato 2, preferentemente cerámico. Esta conexión por medio de una pasta conductora de calor, no mostrada, y un recubrimiento plano metálico pegado, tampoco mostrado, de la segunda superficie principal del sustrato 2

ha demostrado ser, según el actual estado de la técnica, sobresaliente para evacuar la pérdida térmica que se produce en los módulos de semiconductores de la clase potenciada.

El sustrato cerámico 2 eléctricamente aislante respecto del cuerpo refrigerante 1, presenta sobre su primera superficie áreas de contacto 3 configuradas como revestimientos metálico pegado. Sobre dichas áreas de contacto 3 del sustrato 2 se encuentran dispuestos los componentes de semiconductores 8. Las áreas de contacto 3 están diseñadas de modo que se establece una conexión conforme al circuito con las segundas superficies principales, orientadas hacia el sustrato, de los componentes 8 a emplazar sobre las mismas.

En una primera configuración de la solución conforme al invento, los componentes de semiconductores 8 están conectados con los contactos 3 por medio de una unión directa. Esta conexión por unión directa se hace, conforme al actual estado de la técnica, mediante soldadura blanda. Para ello, se utilizan métodos de soldadura que permiten la soldadura de todos los componentes de semiconductores 8 en una sola operación. La unión conforme al circuito de las, en cada caso, primeras superficies principales de los componentes de semiconductores, opuestas a la cerámica, se hace, según al invento, mediante una placa flexible de circuitos impresos 9. Esta placa flexible de circuitos impresos 9 es conectada con las primeras superficies principales de los componentes de semiconductores no mediante unión directa sino mediante unión al ras. Un contacto eléctrico duradero y fiable se consigue sólo después del contacto a presión de toda la configuración.

En esta configuración, para el contacto con los componentes de semiconductores 8 las áreas de contacto de la placa flexible de circuitos impresos 9 deberían presentar, preferentemente, botones nodulares 21. Estos botones nodulares aseguran, por una parte, un contacto seguro, por otra parte puede establecerse con ello un contacto a presión eficiente de todo el módulo de semiconductores de potencia.

En otra configuración posible de la solución conforme al invento, las primeras superficies principales de los componentes de semiconductores 8 se conectan por unión directa con la placa flexible de circuitos impresos 9. Esta conexión se establece, preferentemente, mediante un adhesivo electroconductor. Una unión mediante soldadura es igualmente concebible. La unión de placa flexible de circuitos impresos 9 y componentes de semiconductores 8 es aplicado durante el proceso de fabricación sobre el sustrato 2, de manera que las segundas superficies principales de los componentes de semiconductores se colocan sobre las áreas de contacto 3 del sustrato 2 de tal forma que se establece un contacto conforme al circuito. Igualmente, el contacto eléctrico duradero y fiable con las áreas de contacto 3 del sustrato 2 se consigue en toda la configuración sólo después del contacto a presión.

El contacto de conexiones de potencia y control necesario en los módulos de semiconductores de potencia puede realizarse igualmente por medio de la placa flexible de circuitos impresos 9. Con este propósito, por ejemplo, las conexiones provistas del exterior son unidas directamente por medio de una placa de circuitos impresos 9 como mínimo a una placa de circuitos impresos rígida o también flexible 5 dotada

de contactos 6, en unión al ras con las conexiones respectivas del módulo de semiconductores de potencia a través de los contactos a presión existentes en el módulo de semiconductores de potencia. Las placas de circuitos impresos externas 5 que no necesariamente tienen el mismo espesor del sustrato 2, están colocadas eléctricamente aisladas, al menos en parte, con su segunda superficie principal sobre el cuerpo refrigerante 1. Con la finalidad de contactar las conexiones de potencia y control externas de la placa de circuitos impresos 5, la placa flexible de circuitos impresos 9 cubre la placa de circuitos impresos 5 de forma que se establece como mínimo en parte un contacto eléctrico entre las áreas de contacto correspondientes de la placa flexible de circuitos impresos 9 o bien las áreas de contacto 6 de la placa de circuitos impresos externa 5.

Todos los contactos mediante unión al ras se establecen de modo duradero y fiable sólo después de ejercer una presión mediante un acumulador de presión elástico 10 y una placa de presión rígida 11 que introduce la presión. Para la introducción de presión sirve, por ejemplo, una unión por tornillo. Para estas uniones por tornillo deben disponerse pasos 7, 13, 14, 15 en la placa de presión 11 y, en caso necesario, también en el acumulador de presión 10, el sustrato 2 y/o las placas de circuitos impresos externas 5. De este modo, en el montaje sobre un cuerpo refrigerante 1 se establecen simultáneamente el contacto termoconductor, eléctricamente aislado del módulo de semiconductores de potencia a dicho cuerpo refrigerante 1 y también todos los contactos conductores eléctricos por unión al ras.

Además, pueden disponerse pasos 12 para permitir otras conexiones de potencia y/o control con la placa flexible de circuitos impresos 9, los componentes de semiconductores 8 y/o las áreas de contacto 3 del sustrato 2.

Los espacios 4 entre el sustrato 2 y la placa flexible de circuitos impresos 9 pueden rellenarse, conforme al estado actual de la técnica, con un dieléctrico como, por ejemplo, caucho silicónico, para la protección contra descarga eléctrica.

Una configuración, según el invento, del aislamiento de los diferentes componentes entre sí, utiliza un elemento aislante pastoso 20 que, después de la conexión de los componentes de semiconductores 8 con las áreas de contacto 3 del sustrato 2, se aplica en forma laminar sobre dicha unión. La placa flexible de circuitos impresos 9 emplazada por encima de este elemento aislante pastoso es empujada en dirección al sustrato 2 por medio del contacto a presión compuesto de la placa de presión 11 y del acumulador de presión 10. En este caso, para un contacto eléctrico de la placa flexible de circuitos impresos 9 con las áreas de contacto de los componentes de semiconductores 28 o bien las áreas de contacto 3 del sustrato 2, los botones nodulares 21 desalojan el material aislante que se encuentra en dicha zona. De esta forma se garantiza una estabilidad a largo plazo del contacto eléctrico. Además, debido al contacto a presión, todo el espacio restante entre la placa flexible de circuitos impresos 9 y el sustrato 2 dotado de componentes de semiconductores 8 es rellenado completamente o, en caso requerido, también en parte por el material aislante. El material aislante remanente es desplazado a través de entalladuras apropiadas o en los bordes del módulo de semiconductores de potencia.

REIVINDICACIONES

1. Módulo de semiconductores de potencia, compuesto de una carcasa, un sustrato cerámico 2, áreas de contacto 3 configuradas y electroconductoras dispuestas sobre dicho sustrato cerámico conforme al circuito, componentes 8 dispuestos sobre dicho sustrato cerámico, contactados por medio de una placa flexible 9 dispuesta como mínimo en parte por encima de su primera superficie principal dotada de circuitos impresos y áreas de contacto, conectando esta placa flexible 9 de circuitos impresos, los componentes 8 entre sí, conforme al circuito y/o con las áreas de contacto 3 del sustrato 2, estableciendo así la placa flexible de circuitos impresos 9 la conexión eléctrica del módulo conforme al circuito y/o que establece la conexión conforme al circuito a las áreas de contacto 6 de cómo mínimo una placa de circuitos impresos externa 5, así como de un contacto a presión compuesto de un acumulador flexible de presión 10 y una placa de presión 11 generadora de la presión y conexiones de potencia y de control, **caracterizado** porque para aislar entre sí los componentes 8, se incorpora un material aislante flexible 20 y se establece el contacto de la placa flexible de circuitos impresos 9 con los componentes 8 por medio de botones nodulares 21, de tal forma que se establece una conexión electroconductora segura al aplicar presión por medio del contacto a presión.

2. Módulo de semiconductores de potencia según la reivindicación 1, **caracterizado** porque como mínimo un componente 8 está conectado en unión directa con las áreas de contacto 3 del sustrato 2, así como con como mínimo un área de contacto de la placa flexible de circuitos impresos 9 por medio del contacto a presión en unión al ras y de forma electroconductora.

3. Módulo de semiconductores de potencia según

la reivindicación 1, **caracterizado** porque como mínimo un componente 8 está conectado con como mínimo un área de contacto de la placa flexible de circuitos impresos 9 en unión directa y en forma electroconductora y, asimismo, conectado en unión al ras por medio del contacto a presión con como mínimo un área de contacto 3 del sustrato 2.

4. Módulo de semiconductores de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los componentes 8 son diodos de potencia, transistores de potencia, sensores, resistores y/o circuitos integrados.

5. Módulo de semiconductores de potencia, según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** porque el contacto por unión directa es formado por soldadura blanda.

6. Módulo de semiconductores de potencia, según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** porque el contacto por unión directa es formado mediante un adhesivo electroconductor.

7. Módulo de semiconductores de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la placa flexible de circuitos impresos 9 establece como mínimo en parte el contacto de las conexiones de potencia y/o control del módulo de semiconductores de potencia con las áreas de contacto 6 de cómo mínimo una placa de circuitos impresos externa 5.

8. Módulo de semiconductores de potencia, según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el contacto 6 de las conexiones de potencia y/o control se establecen como mínimo en parte en unión directa mediante soldadura blanda o pegado.

9. Módulo de semiconductores de potencia, según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el contacto 6 de las conexiones de potencia y/o control se establecen como mínimo en parte en unión al ras mediante el contacto a presión.

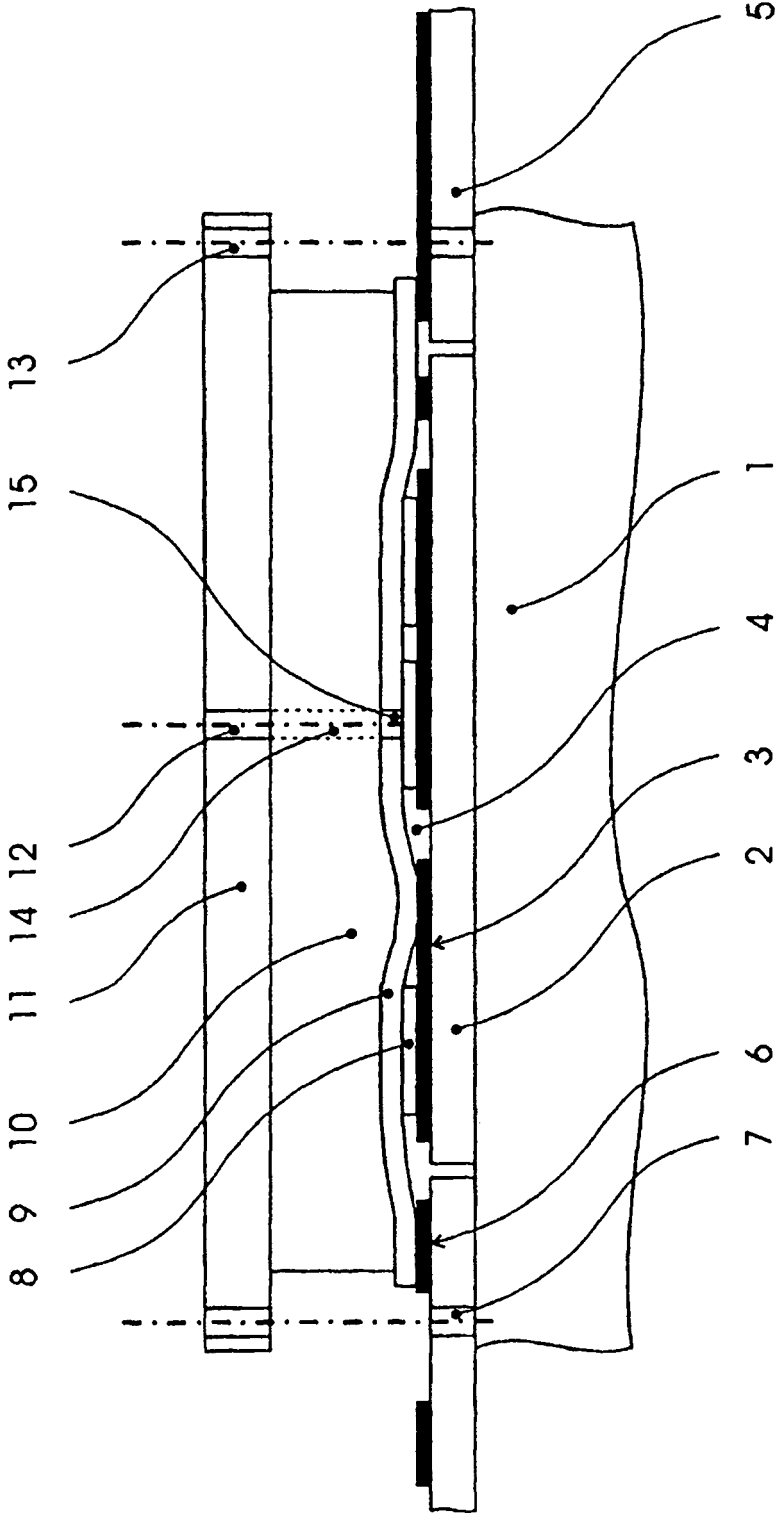


Fig. 1

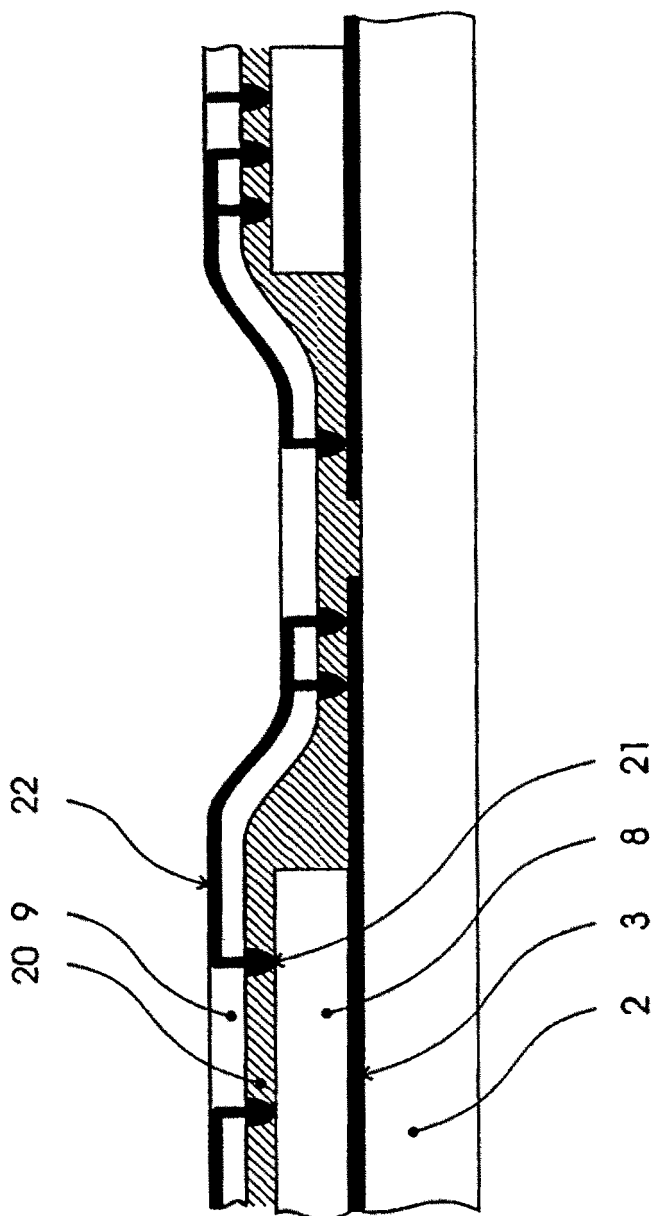


Fig. 2