

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 180**

51 Int. Cl.:
H05K 7/20 (2006.01)
H01L 23/373 (2006.01)
H01L 21/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10004374 .4**
96 Fecha de presentación: **24.04.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2271196**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2011**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un convertidor de frecuencia con dispositivo de refrigeración**

30 Prioridad:
09.06.2009 DE 102009024371

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.06.2012

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

72 Inventor/es:
Beckedahl, Peter;
Göbl, Chrstian;
Knebel, Markus y
Sagebaum geb. Herrmann, Ulrich

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 382 180 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

Procedimiento para la fabricación de un convertidor de frecuencia con dispositivo de refrigeración

5 La invención se refiere a un procedimiento de fabricación y a una instalación de convertidor de potencia especial con un aparato de refrigeración. Las instalaciones de convertidores de potencia de este tipo son conocidas como aparatos de refrigeración con módulos de semiconductor de potencia instalados en ellos. Un circuito convertidor de potencia de un módulo de semiconductor de potencia de este tipo generalmente consta de por lo menos un sustrato el cual por su parte tiene primeras pistas conductoras. En estas pistas conductoras, los componentes del semiconductor de potencia, se instalan, se unen con cables y se conectan a las conexiones exteriores.

15 Los módulos de semiconductor de potencia del tipo anteriormente mencionado son conocidos a título de ejemplo a partir del documento DE 103 55 925 A1. El módulo de semiconductor de potencia revelado en ese documento tiene por lo menos un sustrato con pistas conductoras instaladas de forma apropiada para el circuito, componentes del semiconductor de potencia y elementos de separación que están instalados en estas pistas conductoras. Estos elementos están conectados de forma eléctricamente conductora a un compuesto de películas alternadas compuesto de por lo menos dos capas de película metálica con una capa de película eléctricamente aislante instalada entre ellas en cada caso. Con este propósito, el compuesto de películas tiene pernos de contacto y contactos pasantes. Este compuesto de películas se conecta de forma conductora a los componentes del semiconductor y los elementos de separación por medio de soldadura por ultrasonidos. El documento WO 0249104 A2 muestra un módulo de potencia electrónico el cual consta de por lo menos un componente de potencia electrónico, un sustrato de cerámica DCB (Direct Copper Bonding - Unión al cobre directa), un cuerpo de refrigeración y por lo menos una capacidad térmica adicional, en el que a) los componentes de potencia electrónicos están conectados a través de una capa sinterizada en el lado inferior del mismo a una capa de cobre superior del sustrato de cerámica DCB, b) la capa de cobre superior del sustrato de cerámica DCB está estructurada para el contacto eléctrico de los componentes de potencia en pistas conductoras de cobre, c) la capa de cobre inferior del sustrato de cerámica DCB está conectada a través de una capa sinterizada a un cuerpo de refrigeración, d) los lados superiores de los componentes de potencia están conectados a través de una capa sinterizada a una capacidad térmica adicional.

30 Generalmente, los módulos de semiconductor de potencia de este tipo están instalados de una manera no positiva en aparatos de refrigeración. Con este propósito, para la mayor parte, están provistas conexiones roscadas o de fijación entre el módulo de semiconductor de potencia y el aparato de refrigeración. En el caso de conexiones no positivas de este tipo, una capa térmicamente conductora generalmente está provista entre los socios de la conexión. Los compuestos térmicos utilizados para ello generalmente tienen una baja conductividad térmica comparada con el metal, específicamente comparada con el cobre y el aluminio, no obstante.

40 La invención se basa en el objeto de la presentación de un procedimiento de fabricación y una configuración ventajosa de una instalación de convertidor de potencia, en el que la transferencia de calor al aparato de refrigeración está estructurada de una manera particularmente eficaz.

45 El objeto se consigue según la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y un sujeto con las características de la reivindicación 8. Formas de realización preferidas se describen en las respectivas reivindicaciones subordinadas.

50 La idea inventiva emana a partir de una instalación de convertidor de potencia la cual se va a fabricar y de forma ventajosa tiene un aparato de refrigeración y lo menos un circuito convertidor de potencia. El aparato de refrigeración por su parte en este caso consiste en un cuerpo conformado metálico el cual tiene por lo menos una sección plana de una superficie principal y opuesta a la misma una pluralidad de medios de refrigeración.

55 El por lo menos un circuito convertidor de potencia por su parte consiste en por lo menos un sustrato con una pluralidad de primeras pistas conductoras, en las que por lo menos un componente del semiconductor de potencia está instalado en por lo menos una primera pista conductora y está conectado por medio de un aparato de conexión a por lo menos un componente de semiconductor de potencia adicional o a por lo menos una primera pista conductora adicional de forma apropiada para el circuito. De forma ventajosa, el aparato de conexión está construido a partir de por lo menos una película eléctricamente aislante y una eléctricamente conductora.

60 Tantas conexiones unidas materialmente eléctricamente conductoras del circuito convertidor de potencia como sean posibles estarán construidas como conexiones sinterizadas a presión según la técnica anterior. Según la invención, los circuitos convertidores de potencia también están conectados de una manera unida materialmente al aparato de refrigeración. Con este propósito, las conexiones de los sustratos respectivos del circuito convertidor de potencia con una sección plana asignada respectiva de la superficie principal del aparato de refrigeración están construidas como conexiones sinterizadas a presión.

65 La fabricación de una instalación de convertidor de potencia de este tipo con un aparato de refrigeración con un cuerpo conformado metálico y con por lo menos un sustrato, en el cual pueden estar instalados los componentes

adicionales de un circuito convertidor de potencia, se caracteriza por la secuencia de las siguientes etapas del procedimiento esenciales:

- 5 - Provisión de una contrapartida de presión de un dispositivo de sinterización a presión con una ranura para acomodar el aparato de refrigeración, en el que esta ranura está construida como la forma negativa del aparato de refrigeración. En este caso la ranura no tiene que reproducir el aparato de refrigeración como la forma negativa completamente. Es suficiente con que la ranura esté estructurada de tal manera que un giro inadvertido del aparato de refrigeración sea salvaguardado satisfactoriamente.
- 10 - Instalación del aparato de refrigeración en la contrapartida de presión; en este caso no es necesario que la sección plana de la superficie principal del aparato de refrigeración termine a nivel con una superficie principal de la contrapartida de presión o que esté a nivel con la misma.
- 15 - Instalación de por lo menos un sustrato de la instalación del convertidor de potencia en la sección plana asociada de la superficie principal del aparato de refrigeración, en el que las superficies de contacto respectivas del sustrato y el aparato de refrigeración en cada caso tienen una superficie que se puede sinterizar en la zona que se va a conectar y en el que el material sinterizado de una consistencia adecuada está instalado entre estas zonas que se van a conectar.
- 20 - Introducción de presión y temperatura en el sustrato y el aparato de refrigeración para la construcción de la conexión sinterizada a presión. Como resultado, se produce una conexión unida materialmente, la cual tiene una alta conductividad térmica, aquella del metal sinterizado. Además, una conexión sinterizada a presión de este tipo es estable por mucho tiempo, especialmente también en comparación con una conexión soldada alternativa posible.
- 25 En el contexto de este procedimiento, es particularmente ventajoso que la ranura del aparato de refrigeración que forma la forma negativa esté construida de tal manera que el aparato de refrigeración instalado en su interior se deforme de una manera cóncava con respecto a la superficie principal del mismo bajo la acción de presión. Específicamente, el aparato de refrigeración no se debe deformar en más del 2% con respecto a la extensión longitudinal asignada de la sección plana de la superficie principal. Gracias a este doblado previo cóncavo del
- 30 aparato de refrigeración antes y durante el proceso de sinterización a presión, se consigue que a continuación de completar la exposición a temperatura, la sección plana de la superficie principal no tenga un doblado cóncavo ni convexo significativo.
- 35 Adicionalmente, se puede preferir que los componentes del semiconductor de potencia y los aparatos de conexión adicionales se instalen en el sustrato únicamente a continuación de la conexión del mismo al aparato de refrigeración. Desde el punto de vista de la tecnología de fabricación, es incluso más eficaz, que los componentes del semiconductor de potencia y también los aparatos de conexión que pertenecen al mismo sean instalados en el sustrato incluso antes de la conexión del mismo al aparato de refrigeración.
- 40 Específicamente, en el caso de conexiones sinterizadas a presión de área grande entre el sustrato y el aparato de refrigeración, se prefiere particularmente que el cuerpo conformado metálico esté construido a partir de una variante de material metálico, el módulo de elasticidad del cual sea particularmente pequeño. Como material metálico, principalmente aluminio puro con un grado de pureza de hasta el 99% o cobre revenido son adecuados para esto.
- 45 La idea inventiva se explica con más detalle sobre la base de las formas de realización ejemplares de las figuras 1 a 3.
- La figura 1 muestra una instalación de convertidor de potencia según la invención.
- 50 La figura 2 muestra una etapa de una primera configuración del procedimiento de fabricación de una instalación de convertidor de potencia según la invención.
- La figura 3 muestra la etapa según la figura 2 en una segunda configuración del procedimiento de fabricación de una instalación de convertidor de potencia según la invención.
- 55 La figura 1 muestra una instalación de convertidor de potencia según la invención (no está a escala real). Ésta consiste en un aparato de refrigeración (10) con una pluralidad de medios de refrigeración (12) y una superficie principal (14) con dos secciones planas (16, 18) en el lado opuesto a estos medios de refrigeración (12). El propio aparato de refrigeración (10) consiste en puro aluminio con un contenido de aluminio de por lo menos el 99%. Este
- 60 aluminio puro tiene un módulo de elasticidad o coeficiente de rigidez el cual es más del 20% inferior comparado con la aleación de aluminio generalmente utilizada para los aparatos de refrigeración. Alternativamente al aluminio puro también se puede utilizar cobre revenido o bien otro material metálico, el cual tenga de forma correspondiente un módulo de elasticidad adecuadamente bajo.
- 65 En cada caso, un sustrato asignado (30 a/b), que consiste en un cuerpo aislante (32) y pistas conductoras (34 a/b, 36) en las respectivas superficies principales, de un circuito convertidor de potencia (20), está instalado de una

manera unida materialmente en las secciones planas (16, 18) mencionadas. Esta conexión unida materialmente es una conexión sinterizada a presión (60), ya que ésta tiene una alta conductividad térmica. Al mismo tiempo, precisamente esta conexión sinterizada a presión (60) en combinación con la configuración mencionada antes en este documento del aparato de refrigeración (10) fabricado de aluminio puro tiene particularmente una alta durabilidad, incluso en el caso de cambios de temperatura conocidos durante el funcionamiento.

El circuito convertidor de potencia (20) consiste en los sustratos respectivos (30 a/b) los cuales en cada caso tienen una pluralidad de primeras pistas conductoras (34 a/b) en el lado del mismo encarado alejado del aparato de refrigeración (10). En el primer sustrato (30a), un componente de semiconductor de potencia (50) está instalado en una de estas pistas conductoras (34a). Este componente de semiconductor de potencia (50) está conectado a una primera pista conductora adicional, no ilustrada, del mismo sustrato (30a) y también a una pista conductora (34b) del segundo sustrato (30b) de forma apropiada para el circuito.

Un aparato de conexión (40), el cual en este caso está construido a partir de una película eléctricamente aislante (44) y dos películas eléctricamente conductoras (42, 46) en una instalación apiladas alternadas, está provisto para esta conexión eléctricamente conductora la cual es apropiada para el circuito. Este aparato de conexión (40) puede igualmente ser utilizado para la conexión a componentes del semiconductor de potencia adicionales los cuales no están ilustrados. De forma ventajosa, las conexiones eléctricamente conductoras del aparato de conexión (40) a los componentes del semiconductor de potencia (50) y las primeras pistas conductoras (34 a/b) están también construidas como conexiones sinterizadas a presión (60).

Para fabricar la conexión sinterizada a presión respectiva (60), una etapa parcial de la cual se describe en las figuras 2 y 3 en cada caso, las superficies de conexión (62) del socio de la conexión respectivo, el sustrato y la superficie plana del aparato de refrigeración, tienen superficies adecuadas. Según la técnica anterior, estas son superficies de metal noble, entre las cuales está instalada una capa de metal sinterizada (60) según la técnica anterior.

La figura 2 muestra una etapa de una primera configuración del procedimiento de fabricación de una instalación de convertidor de potencia (20) según la invención. La instalación del aparato de refrigeración (10) está ilustrada con un sustrato (30), el cual está únicamente indicado esquemáticamente, en una contrapartida de presión (70) del dispositivo de sinterización a presión. Piezas adicionales, tales como el aparato de compresión para la introducción de presión en el contexto de la propia conexión sinterizada a presión, no se ilustran en este caso. El aparato de refrigeración (10) en este caso tiene una sección plana (16) en la superficie principal (14) según la invención, en la cual está instalado un sustrato (30) sin componentes adicionales. El cuerpo conformado metálico (100) del aparato de refrigeración (10) adicionalmente tiene un cuerpo como una pieza en forma de placa (102) y en la misma en el lado encarado alejado de la superficie principal (14) tiene una pluralidad de medios de refrigeración (12). Estos medios de refrigeración (12) son aletas de refrigeración construida según la técnica anterior con superficies lisas u onduladas. El cuerpo conformado (100) tiene superficies intermedias planas (104) entre los medios de refrigeración (12).

Para acomodar el cuerpo conformado (100) del aparato de refrigeración (10), la contrapartida de presión (70) tiene una ranura (72) la cual en este caso está construida de tal manera que el aparato de refrigeración (10) sobresale en una cierta cantidad fuera de la contrapartida de presión (70). La contrapartida de presión (70) tiene adicionalmente una pluralidad de superficies de apoyo (74) las cuales forman el lado superior de pedestales (76) los cuales se prolongan en la dirección de las superficies intermedias (104) del cuerpo conformado (100). Las superficies intermedias (104) vienen a apoyarse contra estas superficies de apoyo (74) cuando se introduce presión en el cuerpo conformado (100) del aparato de refrigeración (10).

Los medios de refrigeración (12) se prolongan en el interior de alojamientos (76) de la ranura (72) de la contrapartida de presión (70), los cuales forman los espacios intermedios de los pedestales (76), de tal manera que no tienen contacto alguno con los bordes (78) ni la superficie de la base (80) de los espacios intermedios.

De forma ventajosa, la contrapartida de presión (70) está construida de tal manera que las superficies de apoyo (74) forman una superficie cóncava interrumpida en por lo menos una, preferiblemente sin embargo en ambas direcciones laterales paralelas a la superficie principal (14) del aparato de refrigeración (10). De ese modo, la ranura (72) de la contrapartida de presión (70) forma una forma negativa para el alojamiento del cuerpo conformado (100) del aparato de refrigeración (10), en el que el mismo se deforma de forma cóncava con referencia a la superficie principal (14) del mismo bajo la acción de la presión. En este caso, no se tiene en cuenta que en su mayor extensión posible esta deformación no es superior al 2%, es decir que el doblado (D, véase la figura 3) en el centro de la zona deformada no excede del 2% de la extensión longitudinal (L, véase la figura 3) de la sección plana (16) de la primera superficie principal (14) en la cual está instalado el sustrato (30).

A fin de asegurar la deformabilidad, aluminio puro con un grado de pureza de por lo menos el 99%, mejor el 99,5% o cobre revenido se utiliza como el material del cuerpo conformado (100) del aparato de refrigeración (10). Específicamente, cuando se utilizan estos materiales una conexión sinterizada a presión de área grande (60) es particularmente resistente para aplicaciones en módulos de semiconductor de potencia bajo temperaturas de funcionamiento las cuales en este caso cambian como una función de la aplicación y tiene una excelente

conductividad térmica, específicamente comparados con un compuesto térmico.

5 La figura 3 muestra la etapa según la figura 2 en una segunda configuración del procedimiento de fabricación de una
instalación de convertidor de potencia según la invención. En este caso, el cuerpo conformado (100) del aparato de
refrigeración (10), instalado en una ranura (72) de la contrapartida de presión (70) de un aparato de sinterización a
presión, está a su vez ilustrado en una vista en sección y también adicionalmente en una vista en planta. La forma
negativa de esta configuración de la ranura (72) en una superficie de la base (82) con un plano exterior (84) y una
sección de la superficie cóncava central (86). En este caso, la sección de la superficie cóncava (86) no está
necesariamente centrada en la superficie de la base (82). Además, la superficie de la sección de la superficie
10 cóncava (86) no está construida esféricamente a fin de permitir una transición uniforme desde el plano (84) hasta la
sección de la superficie cóncava (86).

15 El cuerpo conformado (100) del aparato de refrigeración (10) a su vez tiene un cuerpo como una pieza en forma de
placa (102) y medios de refrigeración (12) instalados en el mismo, los cuales en el caso más simple no
necesariamente tienen todos la misma longitud, no obstante. Para otras configuraciones geométricas del cuerpo
conformado (100), la superficie de la base (82) de la ranura (72) de la contrapartida de presión (70) se puede
adaptar de acuerdo con ello. Además, un circuito convertidor de potencia (20) está instalado e ilustrado
esquemáticamente en una sección plana (16) de la superficie principal (14) del aparato de refrigeración (10). Este
circuito convertidor de potencia (20) tiene, véase la figura 1, una pluralidad de pistas conductoras (34) en su lado
20 encarado alejado del aparato de refrigeración (10). Los componentes del semiconductor de potencia (50) están
instalados en estas pistas conductoras (34) y conectados entre sí o a pistas conductoras adicionales de forma
apropiada para el circuito. Esta conexión está construida por medio del aparato de conexión descrito antes en este
documento (40).

25 La etapa de fabricación se ilustra a su vez sin la carga de presión, esto es la superficie principal (14) del cuerpo
conformado (100) del aparato de refrigeración (10) es plana. En el caso de la carga de presión a través del circuito
convertidor de potencia (20) en el aparato de refrigeración (10), el mismo sigue el modelo de conformación de forma
negativa. Es particularmente ventajoso para esto que el cuerpo conformado (100) del aparato de refrigeración (10)
tenga un módulo de elasticidad particularmente pequeño. Estos requisitos los cumple particularmente bien el
30 aluminio puro.

35 En este caso, se tiene que tener en cuenta a su vez que la deformación bajo la acción de presión está limitada por
medio de la forma negativa de tal manera que el doblado (D) en el centro de la zona deformada no excede del 2%
de la extensión longitudinal (L) de la sección plana (16) de la primera superficie principal (14).

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la fabricación de una instalación de convertidor de potencia con un aparato de refrigeración (10) con un cuerpo conformado metálico (100), el cual tiene por lo menos una sección plana (16, 18) de una superficie principal (14) y una pluralidad de aletas de refrigeración como medios de refrigeración (12) y con por lo menos un sustrato (30 a/b), en el cual pueden estar instalados los componentes adicionales (50) de un circuito convertidor de potencia (20), caracterizado por la secuencia de las siguientes etapas del procedimiento esenciales:
- Provisión de una contrapartida de presión (70) del dispositivo de sinterización a presión con una ranura (72) para acomodar el aparato de refrigeración (10), en el que esta ranura (72) está construida como la forma negativa del aparato de refrigeración (10);
 - Instalación del aparato de refrigeración (10) en la contrapartida de presión (70);
 - Instalación de por lo menos un sustrato (30 a/b) del circuito convertidor de potencia (20) en la sección plana asociada (16, 18) de la superficie principal (14) del aparato de refrigeración (10), en el que las superficies de contacto respectivas (62) del sustrato (30) y el aparato de refrigeración (10) en cada caso tienen una superficie que se puede sinterizar en la zona que se va a conectar y en el que el material sinterizado (60) de una consistencia adecuada está instalado entre estas zonas que se van a conectar;
 - Introducción de presión y temperatura en el sustrato (30 a/b) y el aparato de refrigeración (10) para la construcción de la conexión sinterizada a presión.
2. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que la ranura (72) de la contrapartida de presión (70) que forma la forma negativa está construida de tal manera que el aparato de refrigeración (10) instalado en su interior se deforma de una manera cóncava con respecto a la superficie principal (14) del mismo bajo la acción de presión.
3. El procedimiento según la reivindicación 2 en el que el aparato de refrigeración no se deforma más del 2% con respecto a la extensión longitudinal asignada (L) de la sección plana (16, 18) de la superficie principal (14).
4. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que los componentes del semiconductor de potencia (50) y los aparatos de conexión adicionales (40) se instalan en el sustrato (30) a continuación de la conexión del mismo al aparato de refrigeración (10).
5. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que los componentes del semiconductor de potencia (50) por lo menos fueron instalados en el sustrato (30) incluso antes de la conexión del mismo al aparato de refrigeración (10).
6. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que el cuerpo conformado metálico (100) está construido a partir de una variante de un material metálico, el módulo de elasticidad del cual es particularmente pequeño.
7. El procedimiento según la reivindicación 6 en el que el material metálico es aluminio puro con un grado de pureza de por lo menos el 99% o cobre revenido.
8. Una instalación de convertidor de potencia con un aparato de refrigeración (10) con un cuerpo conformado metálico (100), el cual tiene por lo menos una sección plana (16, 18) de una superficie principal (14) y una pluralidad de aletas de refrigeración como medios de refrigeración (12) y con por lo menos un circuito convertidor de potencia (20) con por lo menos un sustrato (30 a/b) que tiene una pluralidad de primeras pistas conductoras, en las que está instalado por lo menos un componente del semiconductor de potencia (50) en por lo menos una primera pista conductora (34 a/b) y está conectado por medio de un aparato de conexión (40) a por lo menos un componente del semiconductor de potencia adicional (40) o por lo menos una pista conductora adicional (34 a/b) de forma apropiada para el circuito, caracterizada porque una conexión unida materialmente entre una sección plana (16, 18) de la superficie principal (14) del aparato de refrigeración (10) y el circuito convertidor de potencia (20) está construido por medio de una conexión sinterizada a presión.
9. La instalación de convertidor de potencia según la reivindicación 8 en la que el cuerpo conformado metálico (100) está construido a partir de una variante de un material metálico, el módulo de elasticidad del cual es particularmente pequeño.
10. La instalación de convertidor de potencia según la reivindicación 9 en la que el material metálico es puro con un grado de pureza de por lo menos el 99% o cobre revenido.

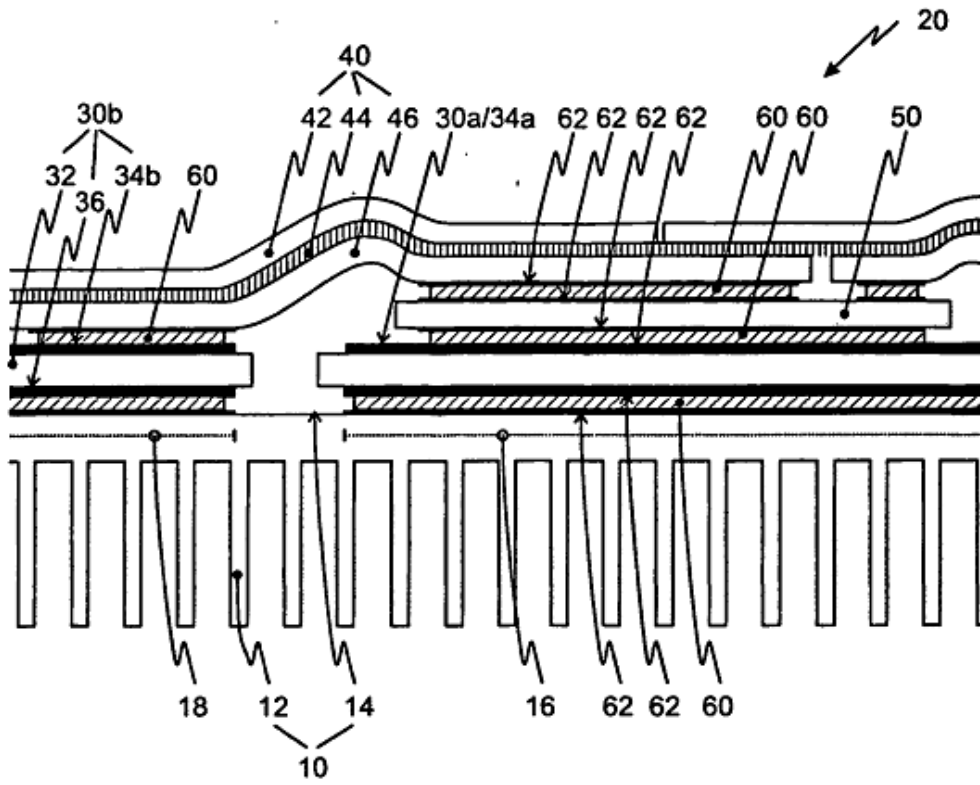


Fig. 1

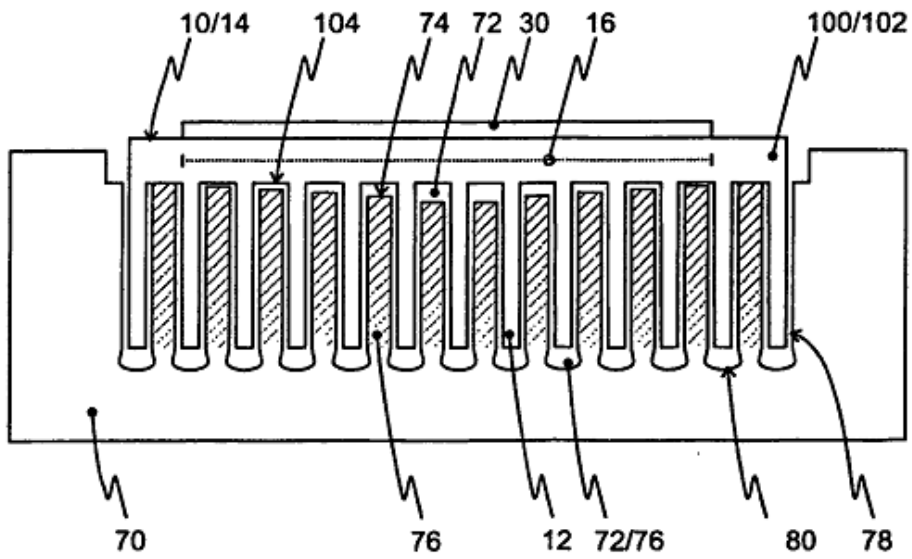


Fig. 2

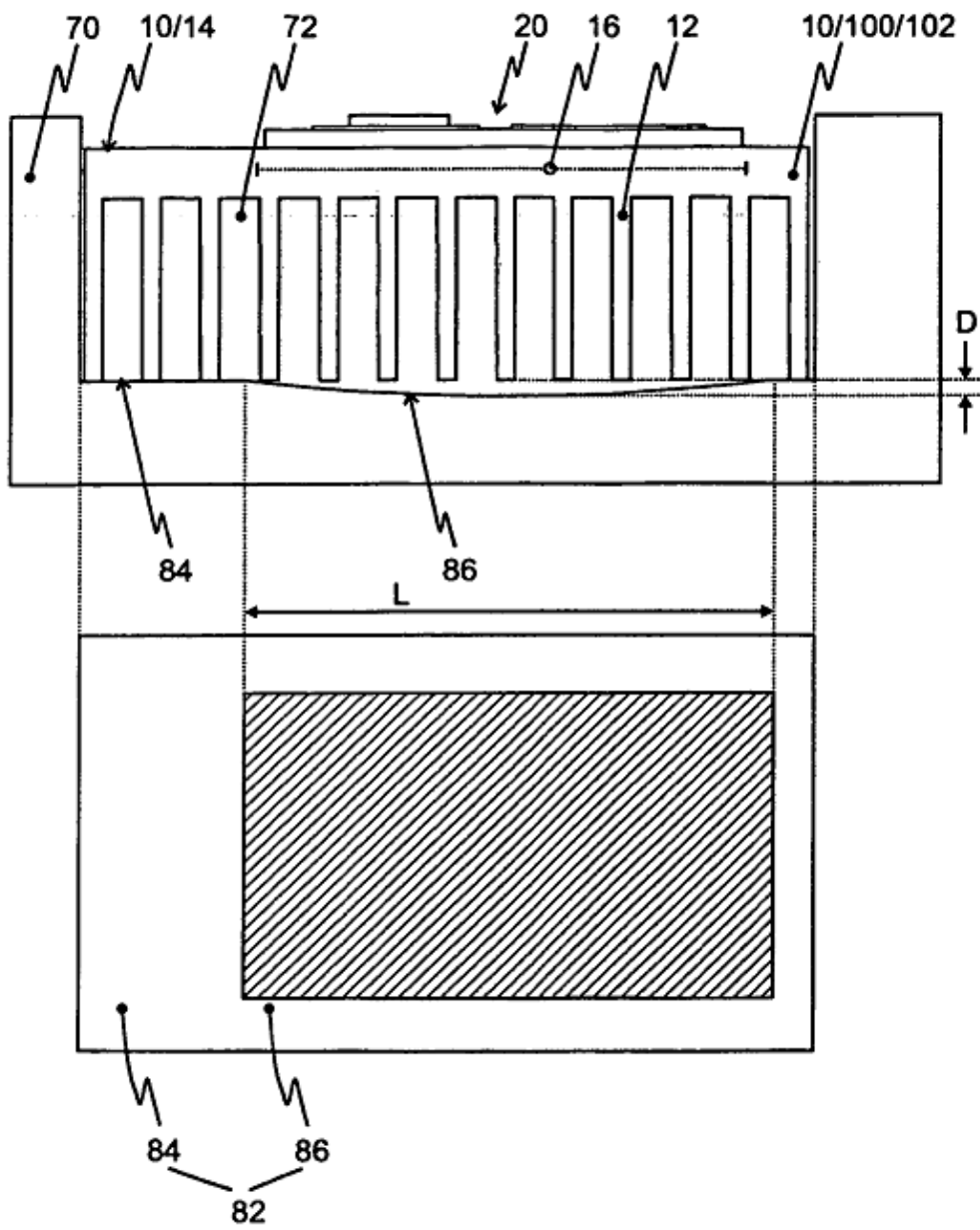


Fig. 3