



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 766**

51 Int. Cl.:  
**F28F 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03718662 .4**

96 Fecha de presentación : **07.05.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1502066**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.02.2005**

54 Título: **Unidad de refrigeración con elemento distribuidor de flujo.**

30 Prioridad: **08.05.2002 DK 2002 00706**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.04.2011**

73 Titular/es: **DANFOSS SILICON POWER GmbH**  
**Heinrich-Hertz-Strasse 2**  
**24837 Schleswig, DE**

72 Inventor/es: **Olesen, Klaus, Kristen;**  
**Eisele, Ronald y**  
**Lauridsen, Steen**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 357 766 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).

## DESCRIPCION

Esta invención se refiere a una unidad de refrigeración que comprende al menos una placa y al menos un elemento de distribución, especialmente para la refrigeración por líquido de semiconductores de potencia, en la que el componente que se ha de refrigerar se dispone en el lado o cara superior de dicha placa, y en la cual el lado o cara de fondo o inferior de la placa es refrigerado por un líquido, el cual es guiado a lo largo de la placa por medio de dicho elemento de distribución, de tal manera que el elemento de distribución está dividido en al menos dos celdas, de tal modo que las celdas están definidas por dicha al menos una placa y paredes que se extienden de parte a parte.

Los dispositivos semiconductores generan calor durante su funcionamiento, y este calor actúa habitualmente degradando o deteriorando el funcionamiento del dispositivo semiconductor. Para los dispositivos semiconductores de potencia, es necesario que estos sean refrigerados durante su funcionamiento con el fin de mantener aceptable el rendimiento del dispositivo, y para los semiconductores de alta potencia se aplica a menudo la refrigeración por líquido.

El documento US 5.269.372 describe una placa fría para la refrigeración de módulos de potencia. El líquido se hace pasar a través de una entrada a una cámara, en la que un distribuidor reparte el líquido a través de varios orificios, al interior de una placa de refrigeración que presenta conductos de entrada y conductos de retorno. La placa, preferiblemente fabricada de cobre, está dividida en una matriz de 6 × 6 cubículos. Entre cada dos cubículos, un canal de fluido conecta un conducto de entrada y un conducto de retorno. Esta solución consigue una reducción en el gradiente de temperatura, pero es cara como consecuencia de la necesidad de una placa fría conductora del calor. Es de interés, por tanto, fabricar una construcción de refrigeración que evite la necesidad de una placa fría. Por otra parte, debido a los estrechos canales y entradas, la resistencia al flujo es alta, por lo que se limita un incremento en la capacidad de refrigeración.

El documento US 5.841.634 divulga un dispositivo semiconductor refrigerado por líquido, que tiene una unidad de refrigeración de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Los semiconductores se colocan, aquí, dentro de un alojamiento dispuesto en una pared, la cual se ha de refrigerar. El dispositivo presenta una lumbrera de entrada de fluido y una lumbrera de salida de fluido, así como un deflector colocado en una cámara, dentro del alojamiento. El deflector incluye una pared que divide la cámara en una porción superior y una porción inferior, así como paredes que separan cada porción en compartimientos. Un cierto número de orificios existentes en la pared, entre una porción superior y una porción de fondo, proporcionan comunicación de fluido entre las porciones. El fluido se hace pasar desde la lumbrera de entrada a un primer compartimiento inferior y, a continuación, a través de los orificios, a un primer compartimiento superior. En el compartimiento superior, el fluido se hace pasar a lo largo de la pared que se ha de refrigerar, y a través de los orificios, hasta un segundo compartimiento inferior. Desde el segundo compartimiento inferior, el fluido se hace pasar a un segundo compartimiento superior, en el que refrigera otra área de la pared que ha de ser refrigerada. Tras haber pasado por tres compartimientos superiores, el fluido se hace pasar a la lumbrera de salida de fluido y al exterior del dispositivo. Así, pues, los compartimientos de refrigeración del dispositivo están conectados en serie.

A medida que el fluido pasa por el primer compartimiento superior, el efecto de refrigeración ocasionado por el fluido habrá dado lugar a una temperatura de salida superior a la temperatura de entrada. Cuando el fluido llega, seguidamente, al segundo compartimiento superior, se producirá un calentamiento adicional del fluido, y esto conducirá a una diferencia de temperatura en la pared refrigerada desde el extremo de la lumbrera de entrada de fluido hasta el extremo de la lumbrera de salida de fluido. Como los semiconductores de alta potencia son muy sensibles a las variaciones de la temperatura y son también sensibles a la magnitud o grado de temperatura, condiciones de refrigeración iguales para todos los semiconductores de un dispositivo semiconductor de potencia tendrán un gran impacto el tiempo de vida del dispositivo.

También, la conexión en serie de múltiples compartimientos de refrigeración presentará, como resultado, una elevada resistencia al flujo, lo que llevará a una alta caída de presión o pérdida de carga, o a un bajo caudal de flujo, del fluido a través del dispositivo de refrigeración.

Es un propósito de esta invención mejorar las condiciones de refrigeración de un dispositivo semiconductor, de manera que se obtenga una temperatura interna más uniforme.

Es un propósito de esta invención reducir la resistencia al flujo, con lo que se incrementará el caudal de flujo, conduciendo a una capacidad de refrigeración más alta.

El propósito de esta invención se consigue gracias a una unidad de refrigeración de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, en la que cada celda tiene una entrada de líquido y una salida de líquido dispuestas perpendicularmente a la placa, de tal manera que el lado o cara del elemento de distribución enfrentado en dirección opuesta a dicha al menos una placa, está dotado de una pared de separación que lo divide en una primera cámara, que conecta entre sí todas las entradas de líquido, y una segunda cámara, que conecta entre sí todas las salidas de líquido, cuando el elemento de distribución se monta en una placa inferior o de fondo, de tal manera que el líquido pasa a través de las celdas en paralelo. Con ello, el líquido fluirá al interior de todas las celdas con sustancialmente la misma temperatura de entrada, por lo que se mejoran las condiciones de refrigeración para los semiconductores del dispositivo

5 y se obtiene una temperatura interna más uniforme. Adicionalmente, la resistencia al flujo se ve reducida, ya que el líquido solo pasa por una celda en su camino a través de la unidad. Se obtiene con ello que el líquido, gracias al propio elemento de distribución, es guiado desde una lumbrera de entrada común del dispositivo a todas las entradas de líquido, y desde todas las salidas de líquido a una lumbrera de salida común del dispositivo. La geometría de la parte inferior de la unidad de refrigeración puede estar forma, con ello, por un elemento de placa, y la lumbrera de entrada y la lumbrera de salida comunes pueden realizarse simplemente añadiendo un orificio en la estructura, que conduce a la primera cámara, y otro orificio que conduce a la segunda cámara.

10 En una realización de la invención, la unidad de refrigeración contiene más de uno de los elementos de distribución. La unidad de refrigeración es, en este caso, una parte de base que es capaz de contener un número dado de elementos de distribución y un número dado de placas, por lo que las unidades más grandes pueden hacerse divididas en secciones para el montaje de los componentes refrigerados.

15 En una realización específica de la invención, el flujo de líquido en cada celda a lo largo de la placa sigue unos pasos que provocan un cambio de dirección del líquido. Se obtiene con ello que la transferencia de calor de la placa al líquido se mejora debido a que el líquido se hace rotar. En algunos casos, pueden producirse turbulencias. El flujo turbulento de líquido se obtiene gracias a estrechos pasos de líquido en cada celda, gracias a una configuración de pasos que conduce a un cambio de dirección en cada celda, o por una combinación de las dos opciones.

20 En otra realización específica de la invención, la salida de líquido de una de las celda es adyacente a la entrada de líquido de otra celda. Con ello se consigue que el efecto de un incremento en la temperatura del líquido a través de una de las celdas se ve compensado por el suministro de líquido de entrada frío a una celda continua a la salida de otra celda.

En aún otra realización específica de la invención, el tamaño del área cubierta por cada celda se varía a través de la unidad de distribución. Se aumenta con ello la refrigeración en las áreas del dispositivo en las que es mayor la generación de calor, o se reduce en las áreas en las que la generación de calor es baja.

25 Preferiblemente, el tamaño de las áreas cubiertas por cada celda es mayor a lo largo de los bordes que en el centro de dicha unidad de refrigeración. Se consigue con ello que la eficiencia de la refrigeración se mantenga baja a lo largo de los bordes, donde el número de semiconductores es bajo, y la refrigeración, en lugar de ello, se concentra en las áreas en las que los números de semiconductores son más altos.

30 La refrigeración puede también ser aumentada en celdas específicas incrementando el número de cambios en la dirección del flujo dentro de una celda. Más específicamente, dos celdas vecinas pueden cubrir la misma área, pero al estrechar la anchura de canal de una de las celdas, quedará espacio para un cambio adicional en la dirección del flujo, es decir, para una pared de separación adicional. Cuanto más estrecho sea el canal, más alta será la velocidad del flujo y, por tanto, se tendrá como resultado una refrigeración más alta en esa celda específica.

35 En una realización específica de la invención, la placa está hecha de un material con una baja resistencia a la conducción del calor, es decir, una alta conductividad térmica. La transferencia de calor desde uno de los lados de la placa al otro lado tendrá, con ello, un bajo impacto en la resistencia de transferencia de calor total, y las pequeñas variaciones de temperatura en el lado de placa situado de cara al elemento de distribución se igualarán en el otro lado de la placa. Esta presentará, en consecuencia, una temperatura aún más uniforme para los semiconductores.

40 En otra realización específica de la invención, la al menos una placa es, en sí misma, el sustrato al que son fijados los semiconductores. Se evita, con ello, la resistencia a la transferencia de calor desde una placa de refrigeración intermedia independiente, y se reduce la resistencia a la transferencia de calor total. Un problema que surge particularmente de la refrigeración directa es la tendencia de la placa a doblarse o combarse hacia arriba debido al impacto del calor incrementado. Si se monta a través de la al menos una placa un elemento de puente hecho de un material preferiblemente diferente al de la al menos una placa, se consigue una fuerza dirigida hacia abajo desde el puente, que mantendrá la al menos una placa en su lugar.

45 La unidad de refrigeración puede ser conformada de diferentes maneras, por ejemplo, doblada en una forma tubular en virtud de la cual se ajusta dentro del alojamiento de un motor eléctrico y ahorra espacio. Esto puede hacerse si los elementos de distribución se disponen formando un cierto ángulo unos con respecto a otros, con lo que se construye, por ejemplo, una forma en V del elemento de distribución.

50 Si el elemento de distribución comprende varios compartimientos de distribución y zonas de transición, las zonas de transición pueden tener un menor número de entradas y salidas por centímetro cuadrado que los compartimientos de distribución vecinos. Se evita con ello una caída de presión o pérdida de carga innecesaria.

55 Mediante la fabricación del elemento de distribución con celdas según se han descrito ya, es decir, celdas que tienen un recorrido o camino de flujo cerrado y paralelo entre medias de la entrada de líquido y la salida de líquido de la celda, se obtiene un intercambio altamente eficaz entre un líquido caliente y uno frío en el intercambiador de calor.

Habiéndose descrito ya la invención en términos generales, la invención se describirá en sus detalles

con referencia a los dibujos, los cuales muestran:

- Figura 1: Una vista en despiece de una unidad de refrigeración;
- Figura 2: Una vista en perspectiva desde arriba del elemento de distribución;
- Figura 3: Una vista en planta superior del elemento de distribución;
- Figura 4: Una vista en perspectiva desde abajo del elemento de distribución;
- Figura 5: Una unidad de refrigeración semitubular con módulos de potencia montados en ella;
- Figura 6: Una vista en perspectiva desde arriba de un elemento de distribución semitubular;
- Figura 7: Una vista desde debajo del elemento de distribución semitubular;
- Figura 8: Un módulo de potencia con puentes de refuerzo.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 1, la unidad de refrigeración 1 consiste en una parte de fondo o inferior 13, formada como una bañera que tiene una placa de fondo plana 11 y una parte de marco 20. La parte de fondo 13 tiene unos orificios 14 y 15 para las conexiones de líquido procedentes de un sistema tuberías o similar.

Un elemento de distribución 4 se ajusta o encaja con las superficies internas de la parte de marco 20 de la parte de fondo 13. Cuando el elemento de distribución 4 se coloca en la parte de fondo 13, este la divide en un compartimiento superior y un compartimiento inferior. El compartimiento inferior está formado entre la placa inferior 11 y el elemento de distribución 4, y está dividido, adicionalmente, en dos cámaras, tal y como se describirá más adelante. Los orificios 14 y 15 están en conexión o comunicación con este compartimiento inferior, y la comunicación de fluido entre el compartimiento inferior y el compartimiento superior tan solo se producirá a través de las entradas 5 y salidas 6 del elemento de distribución 4, que se describen en detalle más adelante.

Una placa superior 3 encapsula el compartimiento superior cuando este se monta sobre la parte inferior 13, por medio de un anillo de obturación 16. Este anillo de obturación 16 se ajusta o encaja en una acanaladura 17 de la parte inferior 13 y forma un cierre hermético entre la parte de marco 20 y la placa superior 3. La placa superior 3 se fija a la parte inferior 13 por medio de tornillos (no mostrados en los dibujos), con los que unos orificios pasantes 19 practicados en la placa superior 3 se unen por roscado en unos orificios 18 de la placa inferior 13. Se hará referencia a la placa superior 3 como a la placa refrigerada, ya que esta placa es la que se refrigera por el líquido que es conducido a través de la unidad. En la parte superior de la placa refrigerada 3 se colocan los sustratos que contienen los semiconductores de un modo que resultará obvio para los expertos de la técnica.

La Figura 2 muestra el elemento de distribución 4, en una vista en perspectiva y ligeramente con más ángulo que la de la Figura 1. Las entradas 5 y las salidas 6 son ahora visibles, y la vista en planta superior del elemento de distribución de la Figura 3 hace aún más visibles las entradas 5 y las salidas 6. El líquido se hace entrar desde el compartimiento inferior al compartimiento superior a través de las entradas 5, es dirigido por unas paredes de guía 21 a lo largo del lado o cara inferior de la placa refrigerada 3, según se indica por las flechas de la Figura 3, y se hace pasar del compartimiento superior al compartimiento inferior a través de las salidas 6.

Como se observará fácilmente en la Figura 3, las paredes de guía 21 permiten el paso de líquido en uno de los extremos de la pared. Algunas de las paredes, sin embargo, cruzan la estructura en todo su recorrido, como las paredes 22 y 23. Estas paredes de recorrido completo de parte a parte dividen el compartimiento superior en celdas, cada una de ellas con una entrada 5 y una salida 6.

La entrada 5 y la salida 6 están colocadas de tal modo que la salida de una celda es contigua a la entrada de otra celda. Esto tiene el efecto de que el líquido caliente, cuando está a punto de salir de una celda, se encuentra cerca del líquido de refrigeración que acaba de entrar en otra celda, de manera que el gradiente térmico a lo largo de la placa refrigerada se minimiza con ello. El gradiente térmico a lo largo de la placa refrigerada se minimiza de manera adicional variando el tamaño del área que cubre la celda. A lo largo de los bordes 12, el área de cada celda es mayor que en el resto de la superficie, por lo que la refrigeración en el área situada a lo largo de los bordes 12 es menos efectiva que en el resto del área. Como la densidad de los elementos de generación de calor es más pequeña a lo largo de los bordes de un dispositivo semiconductor que en el resto del dispositivo, una reducción en el efecto de refrigeración a lo largo de los bordes minimizará el gradiente térmico a lo largo de la placa refrigerada.

Volviendo, a continuación, a las dos cámaras del compartimiento inferior o de fondo según se ha mencionado anteriormente, la Figura 4 muestra una vista en perspectiva del elemento de distribución desde la cara inferior. La pared 10, que discurre en una configuración en forma de serpentín a lo largo de la cara inferior, se apoyará en la placa inferior 11 de la parte inferior 13 y formará una conexión o unión principalmente estanca al líquido. El compartimiento inferior del elemento de distribución 4 es, con ello, dividido en un compartimiento de entrada 8 y un compartimiento de salida 9 cuando el elemento de distribución se coloca en la parte inferior. Todas las entradas 5 están en conexión con el compartimiento de entrada 8, y todas las salidas 6 están en conexión con el compartimiento de

salida 9. Las celdas situadas en el compartimiento superior, Figuras 2 y 3, están todas, por tanto, conectadas en paralelo entre la lumbrera de entrada común y la lumbrera de salida común, posiciones 14 y 15 de la Figura 1.

En la primera realización de la invención mostrada en los dibujos, el sustrato al que se fijan los semiconductores se coloca en la parte superior de la placa refrigerada 3, de un modo conocido por los expertos de la técnica. La placa refrigerada puede, sin embargo, ser el propio sustrato, colocado directamente como cubierta sobre la unidad de refrigeración. Esta es una consecuencia del gradiente térmico minimizado a lo largo de la placa refrigerada, que hace que la placa dispersante del calor convencional, mostrada en la Figura 1 como la placa refrigerada 3, sea innecesaria en algunas aplicaciones. La Figura 8 muestra un ejemplo de un módulo de potencia directamente refrigerado 45, del que se ha retirado la tapa superior. La parte de fondo o inferior 13 incorpora el elemento de distribución 4 (no visible), tal como se muestra en la Figura 1, y unos sustratos de Unión de Cobre Directa (DCB –“Direct Copper Bonding”) 46, 47 y 48 están conectados al alojamiento y a unos terminales eléctricos 49 a través de unas conexiones por cable (no mostradas). Los DCB se apoyan directamente en el elemento de distribución. Como consecuencia de la refrigeración directa, el impacto térmico es grande y los DCB tienden a doblarse o combarse hacia arriba, de modo que la parte media del DCB alcanza el mayor grado de combadura. Para paliar este problema, unos puentes 52 y 53 están, preferiblemente, constituidos por un material distinto del de los DCB y se colocan a través de los DCB tal como se muestra, por lo que contrarrestan el movimiento hacia arriba del DCB. Si se escogen los puentes de otro material distinto al material de los DCB, se consigue una diferencia en el coeficiente de expansión entre el puente y el DCB, si bien incluso un puente del mismo material que el DCB tendrá un efecto contrarrestador. Los dos extremos de cada puente 52 y 53 se fijan, preferiblemente, encajándolos en anidamiento dentro de unas aberturas (no mostradas) existentes en el alojamiento 54. Alternativamente, pueden pegados o soldados con aporte de material intermedio sobre la superficie de los DCB. En esta realización, el módulo de potencia consiste en tres DCB independientes, pero pueden utilizarse los puentes también para un único DCB de gran tamaño.

La realización de la invención que se ha mostrado hasta ahora en los dibujos está limitada a un elemento de distribución 4 colocado en una parte de fondo o inferior 13. Esto no ha de limitar la invención, ya que puede imaginarse fácilmente la parte inferior con espacios para más de un elemento de distribución 4, por lo que una única unidad de refrigeración refrigera más de un componente y contiene más de una placa refrigerada. La Figura 5 muestra otra realización de la invención. La unidad de refrigeración 30 tiene una forma tubular con una entrada 32 y una salida 31. Montados en la unidad de refrigeración se encuentran unos módulos de potencia 25, 26, 27, 28 y 29 provistos de unos terminales 33 para su conexión eléctrica. Los módulos de potencia están montados en la unidad de refrigeración por medio de tornillos, a través de los orificios 34. Una unidad de refrigeración tubular como la que se ha mostrado, se utiliza en un motor eléctrico y se inserta en el motor de una forma tal, que el lado de la unidad de refrigeración 30 que no tiene módulos de potencia se apoya contra el lado interior del alojamiento del motor con el fin de minimizar el espacio requerido. El elemento de distribución múltiple 35 que se ha mostrado visto desde arriba en la Figura 6, es una parte de la unidad de refrigeración 30 y se coloca en su interior, y presenta unas paredes de guía 21 y unas paredes que se extienden de parte a parte, 22 y 23. A diferencia del elemento de distribución único que se ha descrito hasta ahora, este elemento de distribución múltiple contiene seis compartimientos de distribución 36, 37, 38, 39, 40 y 41, correspondientes al número de módulos de potencia. Sin embargo, existen tan solo una entrada y una salida de líquido, que son comunes a los cinco distribuidores. El elemento de distribución múltiple está dividido en tres secciones 42, 43 y 44, de tal modo que las secciones 42 y 44 están unidas integralmente a la sección 43 y definen un ángulo obtuso con esta sección. La Figura 7 muestra el elemento de distribución múltiple 35 desde el lado opuesto al que se ha mostrado en la Figura 6. La pared 10 divide este lado del distribuidor en un compartimiento de salida 9 y un compartimiento de entrada 8. A través de las entradas 5, el líquido de refrigeración entra en los canales a modo de meandros o serpenteantes dispuestos en la cara opuesta, y, a través de las salidas 6, el líquido caliente es desviado lejos. Si bien el distribuidor múltiple 35 incorpora múltiples distribuidores, tan solo se utiliza una única pared de separación 10. En una zona de transición, dos áreas 50 y 51 ocupan, cada una de ellas, un área mayor que los otros canales. En la zona de transición no es necesaria ninguna refrigeración debido a que no hay ningún módulo de potencia en la cara opuesta. Sin embargo, las áreas 50 y 51 cubren áreas de idéntico tamaño con el fin de evitar que se desequilibre la distribución de temperaturas. Por otra parte, el número de salidas y de entradas se reduce en la zona de transición en comparación con las áreas correspondientes de los compartimientos de distribución, con lo que se reduce la magnitud mínima de la presión de entrada a la unidad de refrigeración.

Los elementos de distribución 4 y 35 se fabrican, preferiblemente, como un plástico duro colado a presión en matriz.

## REIVINDICACIONES

1. Una unidad de refrigeración (1) que comprende al menos una placa (3) y al menos un elemento de distribución (4), especialmente para la refrigeración por líquido de elementos semiconductores, de tal modo que dicha unidad refrigera componente(s) dispuesto(s) en el lado o cara superior (2) de dicha al menos una placa (3), siendo el lado o cara inferior de dicha al menos una placa refrigerado por un líquido, el cual es guiado a lo largo de dicha placa por medio de dicho elemento de distribución (4), estando el elemento de distribución (4) dividido en al menos dos celdas (7), de manera que las celdas se definen por dicha al menos una placa (3) y unas paredes (22, 23) que se extienden completamente de parte a parte, caracterizada por que cada celda tiene una entrada (5) de líquido y una salida (6) de líquido, dispuestas perpendicularmente a dicha placa, en la cual el lado o cara del elemento de distribución enfrentado en dirección opuesta a dicha al menos una placa está provisto de una pared de separación (10) que crea una primera cámara (8), la cual conecta todas las entradas de líquido unas con otras, y una segunda cámara (9), que conecta todas las salidas de líquido unas con otras, cuando dicho elemento de distribución se monta en una placa de fondo (11), de tal forma que el líquido pasa a través de las celdas en paralelo.
2. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la unidad de refrigeración contiene más de uno de dichos elementos de distribución.
3. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por que el flujo de líquido en cada celda discurre por pasos que provocan un cambio en la dirección del líquido.
4. Una unidad de refrigeración de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que la salida de líquido de una celda es adyacente a la entrada de líquido de otra celda.
5. Una unidad de refrigeración de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que el tamaño del área cubierta por cada celda varía a través de dicha unidad de refrigeración.
6. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada por que el tamaño de las zonas cubiertas por cada celda es mayor a lo largo de los bordes (12) que en el centro de la unidad de refrigeración.
7. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 3, o la 4 cuando depende de la reivindicación 3, caracterizada por que el número de cambios en la dirección del flujo es mayor en una de las celdas que en una celda vecina.
8. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que dicha al menos una placa está hecha de un material con una baja resistencia a la conducción del calor.
9. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que dicha al menos una placa es el sustrato en el que se fijan los semiconductores.
10. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada por que el al menos un elemento de puente (52, 53) está montado en dicha al menos una placa (46, 47, 48), de tal modo que el elemento de puente ejerce una fuerza dirigida hacia abajo sobre dicha al menos una placa.
11. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que la unidad de refrigeración (30) comprende unos elementos de distribución que están dispuestos formando un cierto ángulo unos con otros.
12. Una unidad de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que el elemento de distribución (35) comprende diversos compartimientos de distribución y zonas de transición (50, 51), de tal manera que las zonas de transición tienen un menor número de entradas (5) y salidas (6) por cm<sup>2</sup> que los compartimientos de distribución vecinos (36, 37, 38, 39, 40, 41).

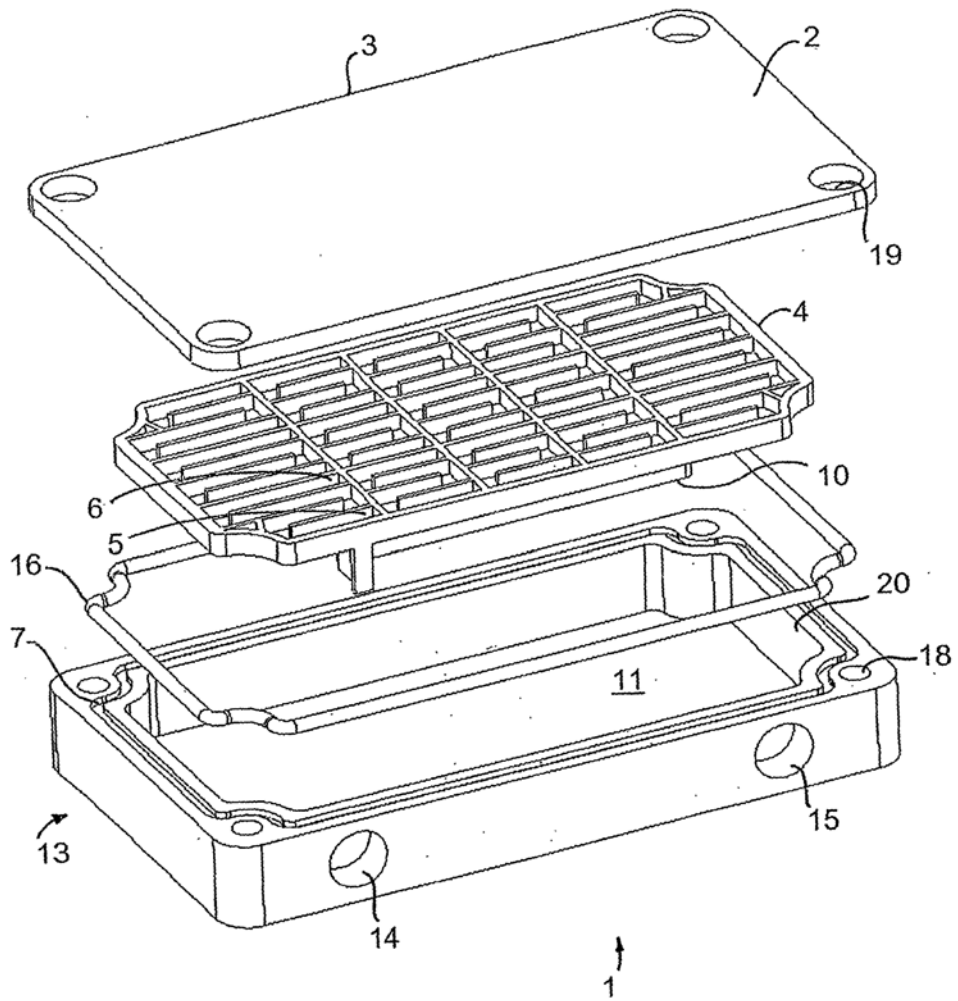


Fig. 1

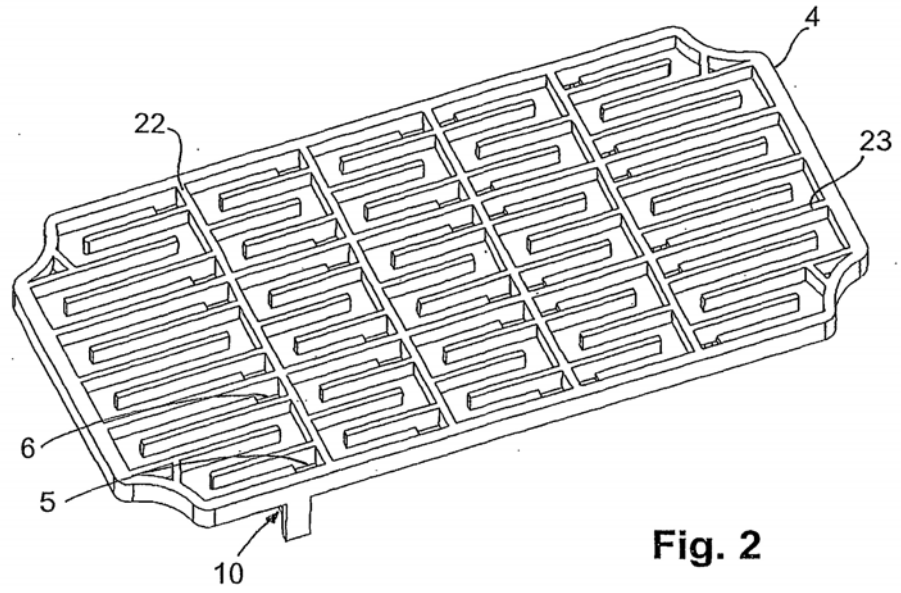


Fig. 2

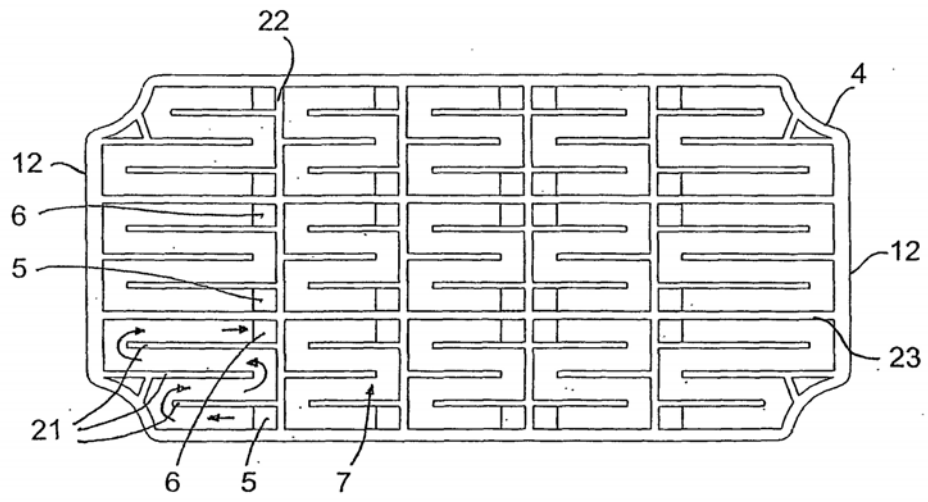
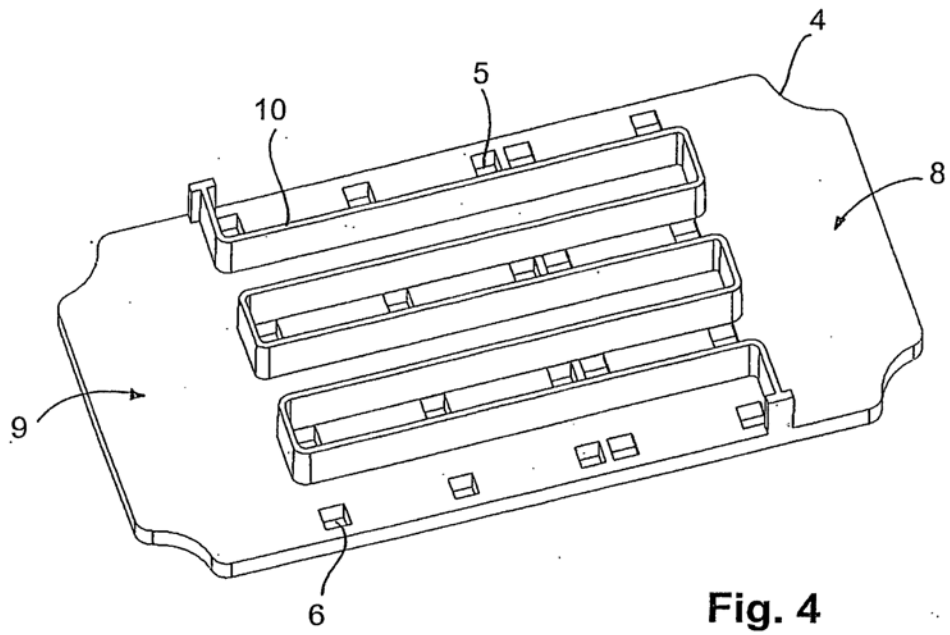


Fig. 3





**Fig. 4**

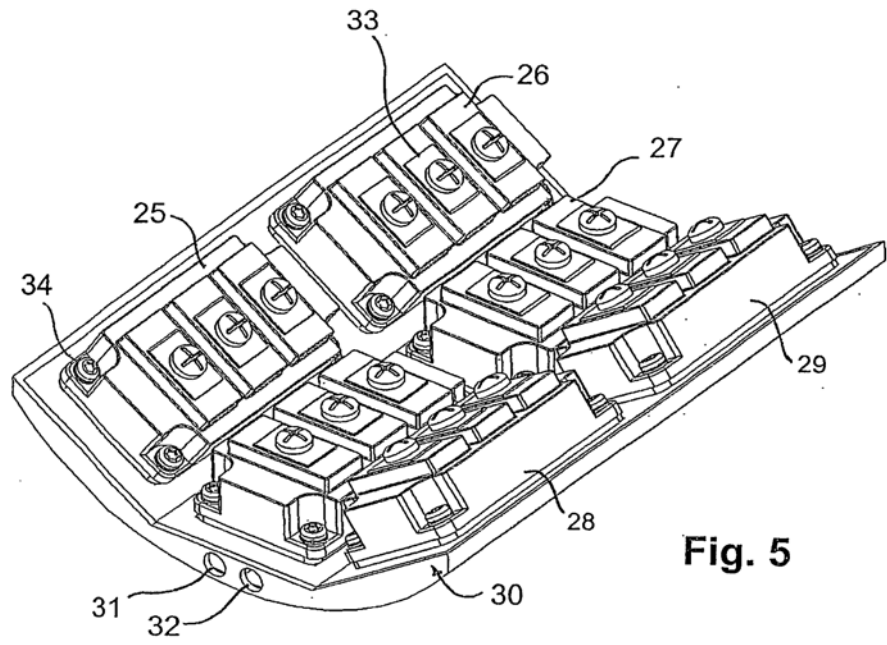


Fig. 5

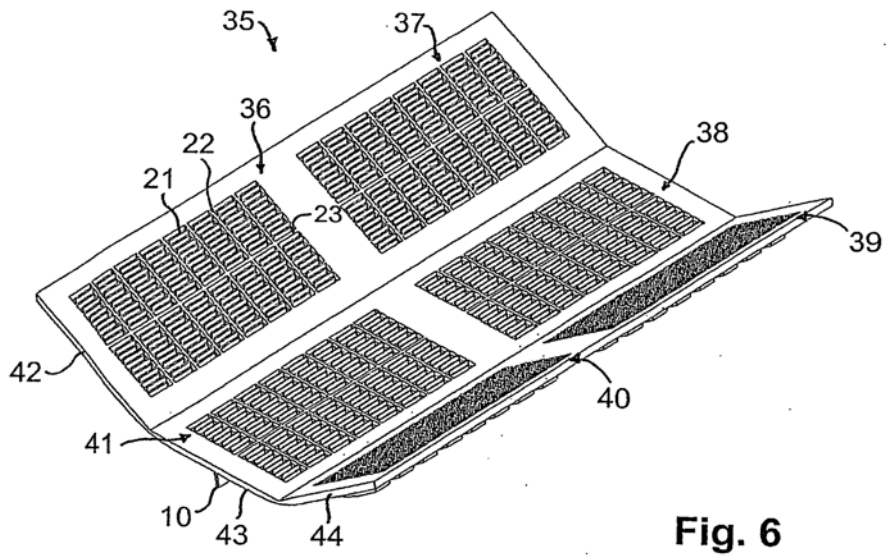
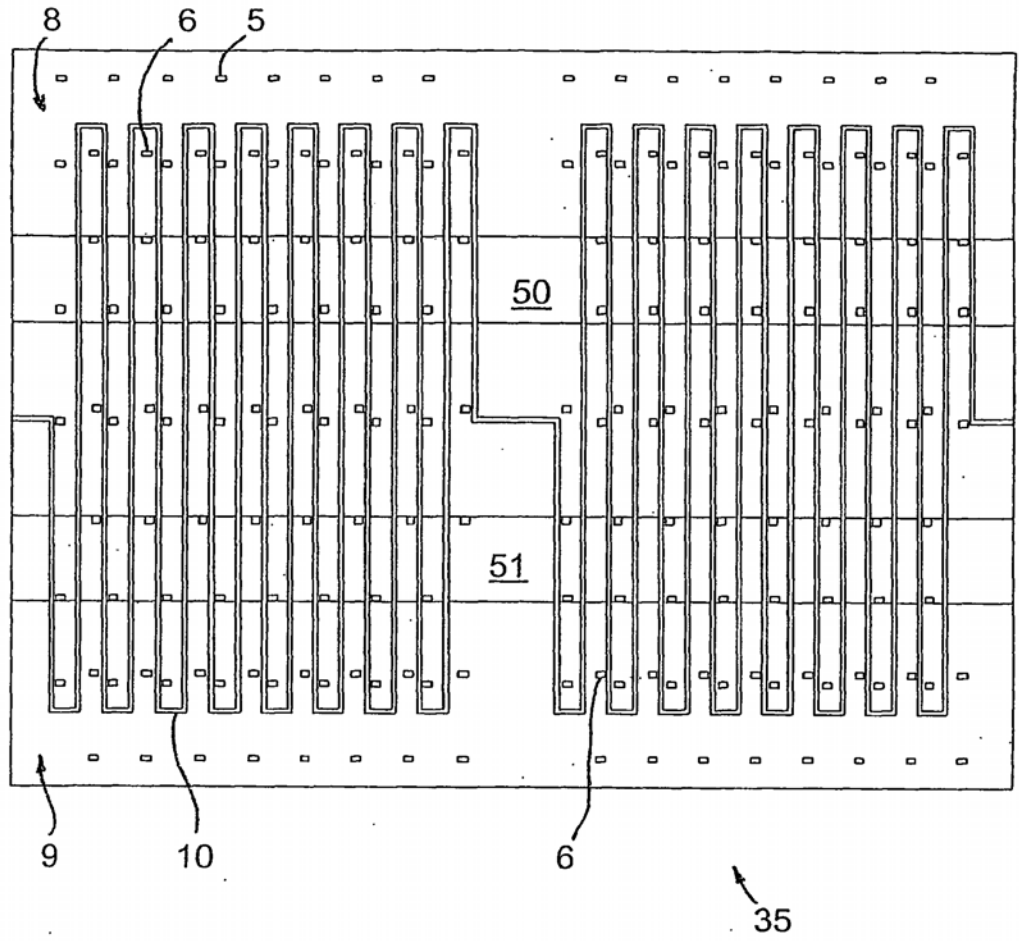
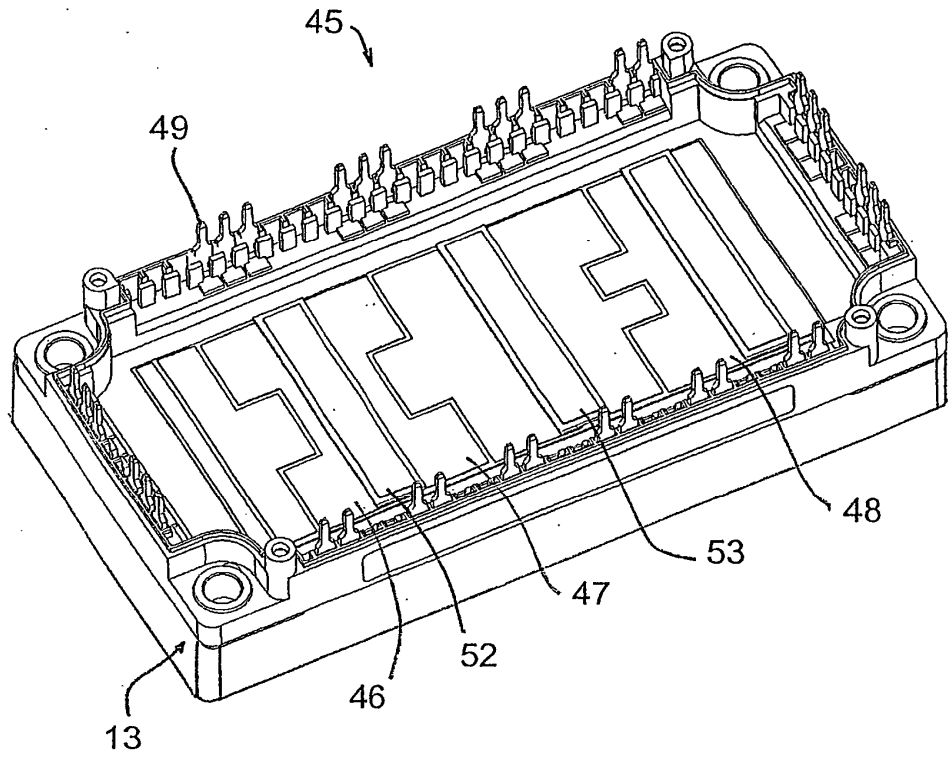


Fig. 6



**Fig. 7**



**Fig. 8**