

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 851 008**

51 Int. Cl.:

**F28D 1/03** (2006.01)

**F28F 3/12** (2006.01)

**F28F 3/04** (2006.01)

**F28F 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2011 E 11165561 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2020 EP 2390609**

54 Título: **Dispositivo de refrigeración**

30 Prioridad:

**28.05.2010 SE 1050537**

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

**02.09.2021**

73 Titular/es:

**WEBRA TECHNOLOGY AB (100.0%)  
Källgatan 12  
745 31 Enköping, SE**

72 Inventor/es:

**ERIKSSON, GUNNO**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 851 008 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**

Dispositivo de refrigeración

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de refrigeración que incluye una superficie de refrigeración adaptada para estar en contacto con un componente a refrigerar, en el que el dispositivo comprende una primera pieza extruida que incluye una pluralidad de ranuras y una segunda pieza extruida que incluye una pluralidad de elementos salientes que se extienden dentro de las ranuras de la primera pieza, las piezas primera y segunda están unidas entre sí y los elementos salientes y las ranuras correspondientes están diseñados de tal manera que una pluralidad de canales de flujo para el transporte de un fluido de refrigeración se forman entre las ranuras y los elementos salientes correspondientes.

**Técnica anterior**

15 Los dispositivos de refrigeración se utilizan en muchas aplicaciones diferentes para enfriar distintos objetos. Una aplicación importante es la refrigeración de equipos y componentes electrónicos. Otra aplicación es en los intercambios de calor en los que el dispositivo de refrigeración se utiliza para enfriar un líquido más caliente. Con el término fluido refrigerante se entiende un líquido refrigerante, como agua, glicol o aceite.

20 El dispositivo de refrigeración está provisto de una pluralidad de canales para transportar el fluido refrigerante a través del dispositivo con el fin de mantenerlo frío. El propósito del dispositivo de refrigeración es transferir el calor del componente, que debe ser enfriado, al fluido refrigerante. Los canales pueden, por ejemplo, fabricarse perforando una pluralidad de orificios a través del dispositivo. La sección transversal de los canales perforados será circular.

25 El documento EP1926143 divulga una unidad de refrigeración para componentes semiconductores y un procedimiento para su fabricación. La unidad de refrigeración incluye una primera pieza extruida que incluye una pluralidad de ranuras y una segunda pieza extruida que incluye una pluralidad de elementos salientes que se extienden en las ranuras de la primera pieza, estando la primera y la segunda piezas unidas entre sí. Los elementos salientes y las ranuras correspondientes están diseñados de tal manera que entre ellos se forma una pluralidad de canales de flujo para el transporte de un fluido refrigerante. Los canales de flujo tienen una sección transversal triangular. Una desventaja de este dispositivo de refrigeración es su escasa capacidad de refrigeración.

30 Para lograr un enfriamiento eficiente, el área de la pared del canal debe ser lo más grande posible en relación con el volumen del canal. Por lo tanto, es un deseo proporcionar canales delgados con una gran altura. Esta forma de los canales reduce el fluido de refrigeración necesario con una velocidad de agua mantenida, y así se consigue una refrigeración mejorada.

35 El documento US6,671,957 divulga un procedimiento para fabricar dispositivos de refrigeración para su montaje en dispositivos semiconductores. Los dispositivos de refrigeración se fabrican a partir de varios elementos de pieza de sección con forma extruida. Los elementos de pieza de sección tienen ranuras y tiras de reborde, en las que estas ranuras y tiras de reborde se ajustan entre sí aplicando presión en una dirección transversal. Los canales formados son alargados y se extienden ortogonalmente a la superficie de refrigeración. Una desventaja de este dispositivo de refrigeración es que es complicado de fabricar. Se desea mejorar la capacidad de refrigeración.

40 El documento US5042257 A muestra un dispositivo de refrigeración con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

**Objeto y sumario de la invención**

Un objeto de la presente invención es, por tanto, proporcionar un dispositivo de refrigeración que tenga una capacidad de refrigeración incrementada.

Este objeto se consigue mediante un dispositivo de refrigeración como el definido en la reivindicación 1.

45 El dispositivo de refrigeración se caracteriza porque los canales de flujo son alargados y están dispuestos con sus ejes longitudinales inclinados con respecto a la superficie de refrigeración. Debido a los canales inclinados, se mejora la capacidad de refrigeración del dispositivo de refrigeración. Esto se debe a que la cantidad de material entre la superficie de refrigeración y los canales de refrigeración se incrementa, en comparación con tener canales rectos, lo que mejora la capacidad de conducir el calor desde la superficie de refrigeración a los canales de refrigeración. Otra ventaja es que el dispositivo de refrigeración tiene una capacidad de refrigeración igual de buena en ambos lados del dispositivo. Otra ventaja es que el dispositivo de refrigeración según la invención es fácil de fabricar.

50 El ángulo entre los ejes longitudinales de los canales de flujo y un eje ortogonal a la superficie de refrigeración está entre 10° y 15°. Con un ángulo entre 10° y 15°, se consigue una relación óptima entre el área de los canales y el área del material que conduce el calor y, en consecuencia, se consigue una capacidad de refrigeración óptima.

Uniendo dos o más piezas extruidas, diseñadas de manera que se formen canales entre las piezas, es posible conseguir canales muy finos que tengan una muy buena capacidad de refrigeración.

5 Los elementos que sobresalen se estrechan hacia sus extremos exteriores y las ranuras se estrechan hacia sus partes inferiores. Es más fácil extrudir una pieza que tiene elementos salientes que son cónicos, en comparación con la extrusión de una pieza que tiene una pluralidad de elementos rectos dispuestos cerca uno del otro. Así, las piezas tienen formas que las hacen adecuadas para ser producidas por extrusión. Las piezas pueden producirse utilizando herramientas de extrusión bastante sencillas. Además, la forma de las piezas hace que sean fáciles de ajustar entre sí, ya que requieren menos tolerancia para encajarlas. Las piezas pueden ajustarse fácilmente entre sí. El paso de prensado descrito en la técnica anterior puede omitirse. Así, el dispositivo de refrigeración es fácil y barato de fabricar.

La unión de las piezas puede realizarse mediante procedimientos sencillos y conocidos, como soldadura, estañosoldeo o pegado.

El dispositivo es, por ejemplo, un enfriador de líquido adaptado para enfriar componentes electrónicos.

15 Según una realización de la invención, la relación entre la altura y la anchura de los canales de refrigeración es superior a 5, preferentemente superior a 8, y más preferentemente superior a 10. La invención permite conseguir canales que tienen una alta relación entre la altura y la anchura de los canales de refrigeración. Un canal de este tipo tiene un área de sección transversal pequeña y un área de pared grande, y proporciona una capacidad de refrigeración muy buena.

20 Según una realización de la invención, la anchura del canal de flujo es inferior a 10 mm, preferentemente inferior a 5 mm y más preferentemente inferior a 2 mm. La invención permite tener canales muy finos. Otra ventaja de los canales finos es que se puede aumentar el número de canales en la misma superficie y, en consecuencia, se puede aumentar la eficacia de la refrigeración.

Según una realización de la invención, la primera y la segunda pieza extruida están unidas mediante juntas de sellado. Las juntas de sellado impiden que el fluido refrigerante salga de los canales y fluya fuera del dispositivo.

25 Según una realización de la invención, la primera y la segunda pieza extruida se unen mediante soldadura por fricción agitación (FSV). Con este procedimiento se consigue una unión sin poros y, por lo tanto, sellada.

Según una realización de la invención, el dispositivo está realizado de aluminio o de una aleación de aluminio. El aluminio es barato y tiene propiedades adecuadas para la extrusión.

30 Según una realización de la invención, el extremo exterior del elemento saliente y la parte inferior de la ranura están diseñados para acoplarse entre sí con el fin de soldar en frío las piezas. Al engranar el extremo exterior del elemento saliente con la parte inferior de las ranuras, se evita que la superficie exterior del dispositivo se combe debido a las fuerzas del fluido refrigerante. Si el dispositivo de refrigeración se utiliza para enfriar componentes, es importante que la superficie, que está en contacto con el componente a enfriar sea muy plana y no se combe.

35 Según una realización de la invención, los elementos salientes y las ranuras correspondientes están diseñados de tal manera que se forma un canal a cada lado del elemento saliente entre las paredes del elemento saliente y la ranura. Al utilizar ambas paredes del elemento saliente para crear canales de flujo, se aumenta el número de canales por área.

40 Según una realización de la invención, al menos una de las paredes interiores y exteriores está provista de aletas de refrigeración. Las aletas de refrigeración aumentan aún más el área de las paredes de los canales y, en consecuencia, la capacidad de refrigeración del dispositivo de refrigeración. Las aletas de refrigeración son fáciles de producir mediante la extrusión de dos piezas separadas.

El dispositivo de refrigeración según la invención es, por ejemplo, adecuado para la refrigeración de componentes electrónicos o como parte de refrigeración de un intercambiador de calor, por ejemplo en una bomba de calor.

Otros desarrollos del dispositivo se caracterizan por las características de las reivindicaciones adicionales.

#### 45 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se explicará ahora con más detalle mediante la descripción de diferentes realizaciones de la invención y con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1a muestra un ejemplo de una pieza superior de un dispositivo de refrigeración según la invención en una vista en alzado.

50 La figura 1b muestra una vista en sección transversal a través de la pieza superior mostrada en la figura 1a.

La figura 2a muestra un ejemplo de una pieza inferior de un dispositivo de refrigeración según la invención en una vista en alzado.

La figura 2b muestra una vista en sección transversal a través de la pieza inferior mostrada en la figura 2a.

5 La figura 3 muestra un dispositivo de refrigeración según una realización de la invención que incluye las piezas superior e inferior mostradas en las figuras 1a-b y 2a-b.

La figura 4 muestra un ejemplo de herramienta de extrusión para producir la pieza superior mostrada en las figuras 1a-b.

La figura 5 muestra un ejemplo de herramienta de extrusión para producir la pieza inferior mostrada en las figuras 2a-b.

10 La figura 6 muestra una vista en sección transversal de un segundo ejemplo de la pieza superior.

La figura 7 muestra una vista en sección transversal de un segundo ejemplo de la pieza inferior.

La figura 8 muestra una vista en sección de un dispositivo de refrigeración según una segunda realización de la invención.

La figura 9 muestra tres piezas extruidas para proporcionar un intercambiador de calor.

15 La figura 10 muestra un intercambiador de calor que incluye un dispositivo de refrigeración según una tercera realización de la invención.

**Descripción detallada de las realizaciones preferentes de la invención**

20 Un dispositivo de refrigeración según la invención comprende una pieza superior y una pieza inferior extruidas, que están unidas entre sí. Las figuras 1a-b muestran un ejemplo de la pieza superior 1. La figura 1b muestra una vista en sección transversal a través de la pieza superior 1 mostrada en la figura 1a. Las figuras 2a-b muestran un ejemplo de la pieza inferior 2 del dispositivo de refrigeración. La figura 2b muestra una vista en sección transversal a través de la pieza inferior 2 mostrada en la figura 2a. Como se muestra en las figuras, las piezas superior e inferior 1,2 tienen un perfil transversal fijo.

25 La pieza superior 1 incluye una porción de base 4 que tiene una superficie exterior 5 y una superficie interior 6. De la superficie interior 6 de la porción de base se proyecta un número de elementos que sobresalen en forma de crestas 8. Las crestas 8 se extienden a lo largo de toda la longitud de la pieza superior 1. Cada una de las crestas 8 tiene dos paredes exteriores 10a, 10b en los lados opuestos de la cresta. En esta realización, las paredes están provistas de una pluralidad de ampliaciones superficiales 12, en lo sucesivo denominadas aletas de refrigeración. La finalidad de las aletas de refrigeración 12 es aumentar las superficies de las paredes 10a - b y mejorar así la refrigeración. 30 Las crestas 8 se estrechan hacia sus extremos exteriores. El extremo exterior de cada cresta 8 está provisto de un miembro de bloqueo 14 diseñado para ser acoplado a la pieza inferior 2. La pieza superior 1 también incluye valles 16 formados entre las crestas 8. Cada valle 16 incluye una parte inferior 18 diseñada para recibir y encajar un miembro de bloqueo de la pieza inferior.

35 La pieza inferior 2 incluye una porción de base 19 que tiene una superficie exterior 20 adaptada para estar en contacto con un componente que debe ser enfriado. La pieza inferior 2 incluye una pluralidad de ranuras 21 que tienen dos paredes interiores opuestas 21a-b. Las paredes 21a-b están provistas de una pluralidad de aletas de refrigeración de la misma manera que las paredes 10a-b de la pieza superior. La pieza inferior incluye una pluralidad de valles y crestas 22, y los valles forman las ranuras 21. Las ranuras 21 se estrechan hacia su parte inferior. Las crestas 22 tienen la misma forma que las crestas 8 de la primera pieza. Las ranuras 21 se forman entre las crestas 22. Las piezas superior e inferior 1,2 están diseñadas de manera que cada valle tiene su correspondiente cresta en la pieza opuesta. Los valles y las crestas están diseñados para encajar entre sí, de manera que se forme una ranura 40 entre las paredes de las crestas y los valles correspondientes cuando las piezas se conectan entre sí. Así, las crestas 8,22 tienen una anchura ligeramente inferior a la de las ranuras correspondientes 16,21. La altura de las crestas y de las ranuras correspondientes es la misma para permitir el acoplamiento del extremo exterior de las crestas a las partes inferiores de los valles. 45

Las piezas 1,2 están preferentemente realizadas de aluminio o de una aleación de aluminio. Cada ranura 22 tiene una parte inferior 26 diseñada para recibir y encajar el miembro de bloqueo 14 de una cresta correspondiente 8 de la pieza superior. La anchura de los miembros de bloqueo 14, 24 es ligeramente mayor que la anchura de las partes inferiores 18, 26. Cuando los miembros de cierre de las crestas se acoplan a las partes inferiores de las ranuras, se 50 sueldan en frío. Al acoplar los extremos exteriores de las crestas a la parte inferior de las ranuras, se evita que la superficie exterior del dispositivo se combe debido a las fuerzas del líquido refrigerante.

Las piezas superior e inferior 1, 2 se producen por extrusión. La extrusión es un proceso utilizado para crear objetos con un perfil transversal fijo. Las piezas se producen utilizando una herramienta de extrusión especialmente diseñada. El material, en una realización preferente el material es aluminio calentado, se empuja a través de una

herramienta de una sección transversal deseada. La figura 4 muestra un ejemplo de herramienta para producir la pieza superior 1 mostrada en la figura 1a-b, y la figura 5 muestra un ejemplo de herramienta para producir la pieza inferior 2 mostrada en la figura 2a-b. El proceso de extrusión se realiza con material caliente. Una vez terminada la extrusión, las piezas se enfrían.

5 La figura 3 muestra un ejemplo de dispositivo de refrigeración según la invención que incluye una pieza superior 1 y una pieza inferior 2, que han sido unidas entre sí. Las piezas están, por ejemplo, unidas entre sí por medio de soldadura o pegado. En una realización preferente de la invención, las piezas se unen mediante soldadura por fricción (FSW). La soldadura por fricción es un proceso de unión en estado sólido bien conocido y consigue uniones sin poros.

10 En esta realización el dispositivo de refrigeración tiene dos juntas 28a - b que unen las dos piezas. Las juntas se extienden a lo largo de toda la longitud del dispositivo de refrigeración. En esta realización, las juntas están dispuestas para conectar herméticamente las dos piezas. Sin embargo, en otra realización es posible proporcionar el sellado entre las dos piezas de otras maneras. Por ejemplo, las dos piezas se pueden unir con tornillos y se dispone un sellado separado entre las piezas.

15 Cuando las piezas 1,2 se unen, las crestas 8 de la pieza superior se extienden hacia las ranuras 21 de la pieza inferior, y las crestas 22 de la pieza inferior se extienden hacia las ranuras 16 de la pieza superior. De este modo, se forma una pluralidad de canales de flujo 30 entre las paredes interiores 21a-b de las ranuras y las paredes exteriores 10a-b de las crestas. Los elementos salientes y las ranuras correspondientes están diseñados de tal manera que al menos un canal de flujo 30 se forma entre la pared interior de la ranura y la pared exterior del elemento saliente correspondiente. Los canales 30 son alargados y se extienden por todo el dispositivo de refrigeración. Los canales 20 están inclinados con respecto a la superficie exterior 20, adaptados para estar en contacto con un componente, que debe ser enfriado. Como se muestra en la figura, los canales de flujo están dispuestos con sus ejes longitudinales inclinados con respecto a la superficie de refrigeración. Preferentemente, el ángulo  $\alpha$  entre los ejes longitudinales de los canales de flujo y un eje ortogonal a la superficie de refrigeración está comprendido entre 5° y 45°, y más preferentemente entre 10° y 15°. Los canales de flujo están adaptados para transportar un fluido refrigerante a través del dispositivo de refrigeración con el fin de enfriar la parte de base 19 y la superficie 20, que está adaptada para estar en contacto con el objeto a enfriar. En otra realización, ambos lados 5,19 del dispositivo de refrigeración pueden estar en contacto con los objetos a enfriar.

30 Los canales 30 tienen una anchura  $w$  y una altura  $h$ . En el ejemplo mostrado en la figura 3, la anchura de los canales es de aproximadamente 1,5 mm y la relación entre la altura y la anchura es de aproximadamente 10. Los miembros de cierre 14, 24 de las crestas se fijan a las partes inferiores 18, 26 de las ranuras mediante soldadura en frío. En un último paso, los extremos del dispositivo de refrigeración están provistos de dos tapas, que se fijan de forma estanca a las partes finales de las piezas superior e inferior para sellar los extremos de los canales de flujo.

35 La figura 6 muestra otro ejemplo de una pieza superior extruida 40, y la figura 7 muestra otro ejemplo de una pieza inferior extruida 42. La forma de las piezas 40, 42 son idénticas. Esta realización de la invención es ventajosa ya que se puede utilizar una misma herramienta para producir tanto la pieza superior como la inferior del dispositivo de refrigeración.

40 La figura 8 muestra un dispositivo de refrigeración según una segunda realización de la invención que incluye las piezas superior e inferior mostradas en la figura 6 y 7. En esta realización, las juntas 44, 46 entre la primera y la segunda pieza están dispuestas en lados opuestos del dispositivo.

45 La figura 9 muestra ejemplos de tres piezas 50,54,62 de un intercambiador de calor. Una primera pieza 50 está provista de una pluralidad de elementos salientes en forma de crestas 52 y una pluralidad de ranuras 53 en forma de valles dispuestos entre las crestas 52. En esta realización, las paredes de las crestas y, en consecuencia, las paredes de las ranuras son lisas y no están provistas de aletas de refrigeración. Una segunda pieza 54 está provista de una pluralidad de crestas 56 que sobresalen de una parte de base 58 en lados opuestos de la parte de base. La segunda pieza 54 también está provista de una pluralidad de ranuras 59 en forma de valles dispuestos entre las crestas 56. Las paredes de las crestas 56 están provistas de aletas de refrigeración. Los extremos superiores de las crestas están provistos de miembros de bloqueo 14 para ser acoplados a las partes inferiores 60 de las ranuras 53. El dispositivo de refrigeración también incluye una tercera pieza 62 diseñada de la misma manera que la primera pieza 50. Las piezas 50,54,62 se extruyen de la misma manera que se ha descrito anteriormente.

50 La figura 10 muestra un intercambiador de calor que incluye una pluralidad de canales 70 para el transporte de medios de una primera temperatura y una pluralidad de canales 72 para el transporte de medios de una segunda temperatura, que difiere de la primera. Las piezas 50,54,62 están unidas entre sí, por ejemplo, mediante soldadura.

55 La presente invención no se limita a las realizaciones divulgadas, sino que podrán hacerse variaciones y modificaciones dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, el diseño de los elementos que sobresalen y las ranuras puede variarse de muchas maneras diferentes. En otra realización, los canales pueden carecer de aletas de refrigeración.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de refrigeración que incluye una superficie de refrigeración (20) adaptada para estar en contacto con un componente a refrigerar, en el que el dispositivo comprende una primera (2;40;50) pieza extruida que incluye una pluralidad de ranuras (21;53) y una segunda (1;42;54) pieza extruida que incluye una pluralidad de elementos salientes (8;56) que se extienden dentro de las ranuras de la primera pieza, las piezas primera y segunda están unidas entre sí y los elementos salientes y las ranuras correspondientes están diseñados de tal manera que una pluralidad de canales de flujo para el transporte de un fluido refrigerante (30;70) están formados entre las ranuras y los elementos salientes correspondientes, los canales de flujo son alargados y **caracterizados porque** están dispuestos con sus ejes longitudinales inclinados con respecto a la superficie de refrigeración, siendo el ángulo entre los ejes longitudinales de los canales de flujo y un eje ortogonal a la superficie de refrigeración entre 5° y 45°.
2. El dispositivo de refrigeración según la reivindicación 1, en el que el ángulo entre los ejes longitudinales de los canales de flujo y un eje ortogonal a la superficie de refrigeración está comprendido entre 10° y 15°.
3. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos salientes (8;56) se estrechan hacia sus extremos exteriores y las ranuras (21;53) se estrechan hacia sus partes inferiores.
4. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la relación entre la altura (h) y la anchura (w) de los canales de flujo (30) es superior a 5, preferentemente superior a 8, y más preferentemente superior a 10.
5. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la anchura (w) de los canales de flujo es inferior a 10 mm, preferentemente inferior a 5 mm y más preferentemente inferior a 2 mm.
6. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera (2;40;50) y la segunda (1;42;54) piezas extruidas están unidas entre sí mediante juntas soldadas por fricción agitación.
7. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo está realizado de aluminio o de una aleación de aluminio.
8. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los extremos exteriores (14) de los elementos salientes (8) y la parte inferior (26) de las ranuras están diseñados para acoplarse entre sí con el fin de soldar en frío las piezas.
9. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos salientes (8) y las ranuras correspondientes (21) están diseñados de manera que se forma un canal (30) a cada lado del elemento saliente entre las paredes del elemento saliente y la ranura.
10. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una de las paredes interiores (21a-b) y exteriores (10a-b) está provista de aletas de refrigeración (12).
11. El dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo es un enfriador de líquido adaptado para enfriar componentes electrónicos.
12. Uso del dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11 para la refrigeración de componentes electrónicos.
13. Uso del dispositivo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11 en un intercambiador de calor.

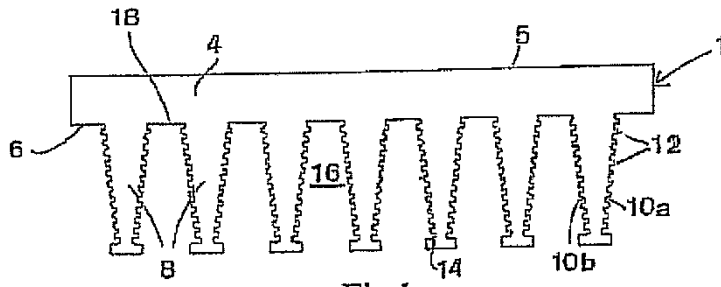


Fig 1a

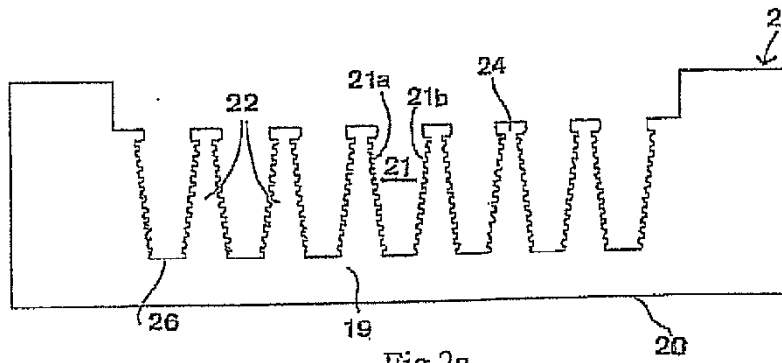


Fig 2a

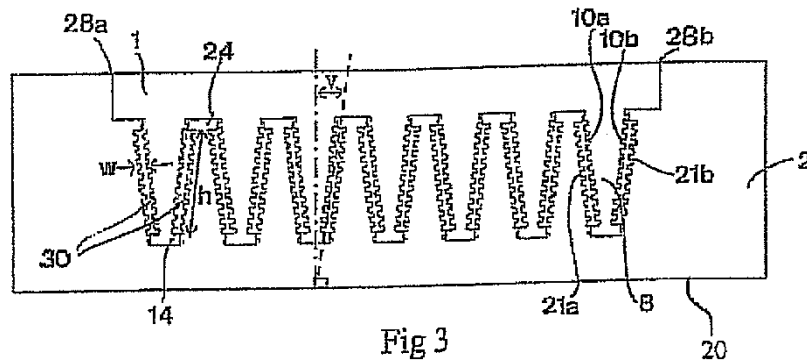


Fig 3

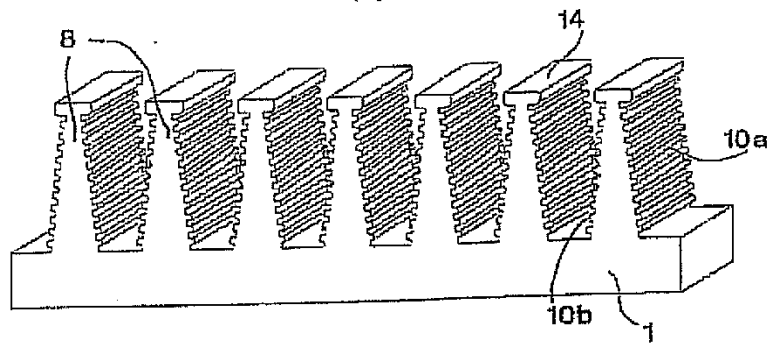


Fig 1b

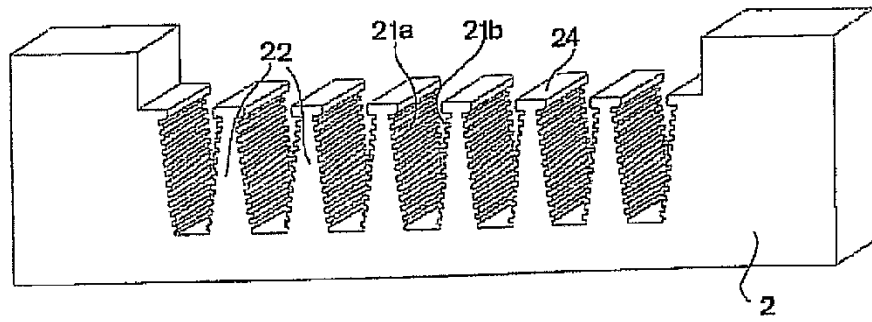


Fig 2b

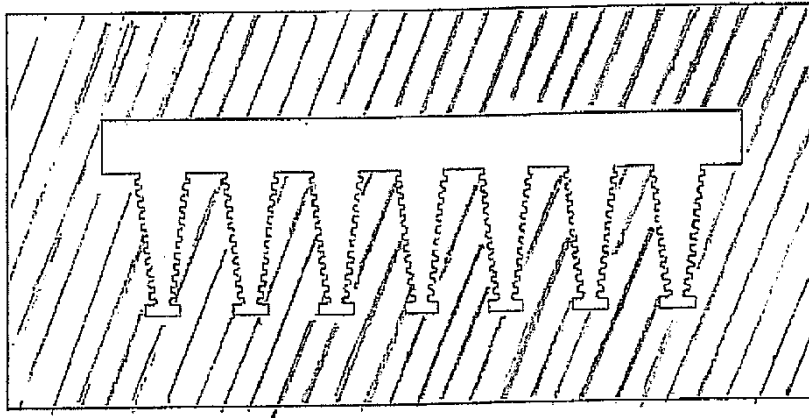


Fig 4

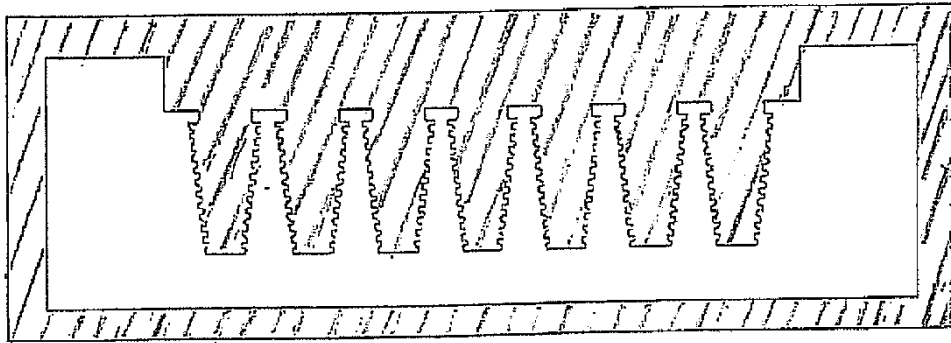


Fig 5

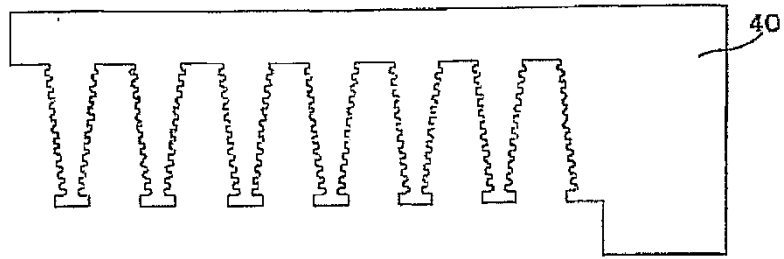


Fig 6

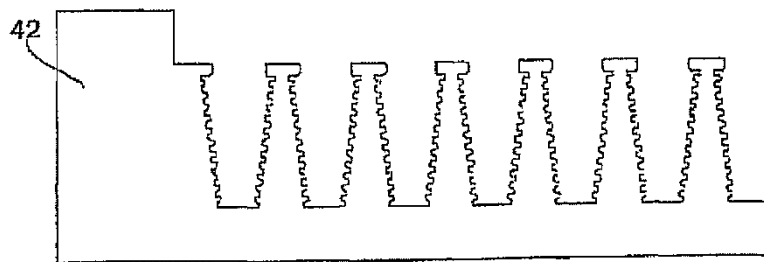


Fig 7

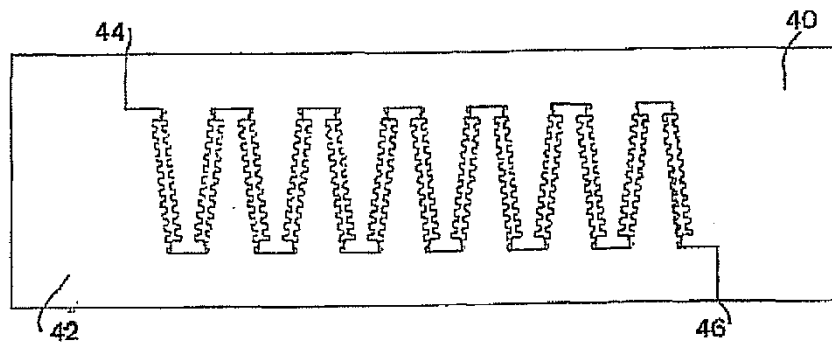


Fig 8

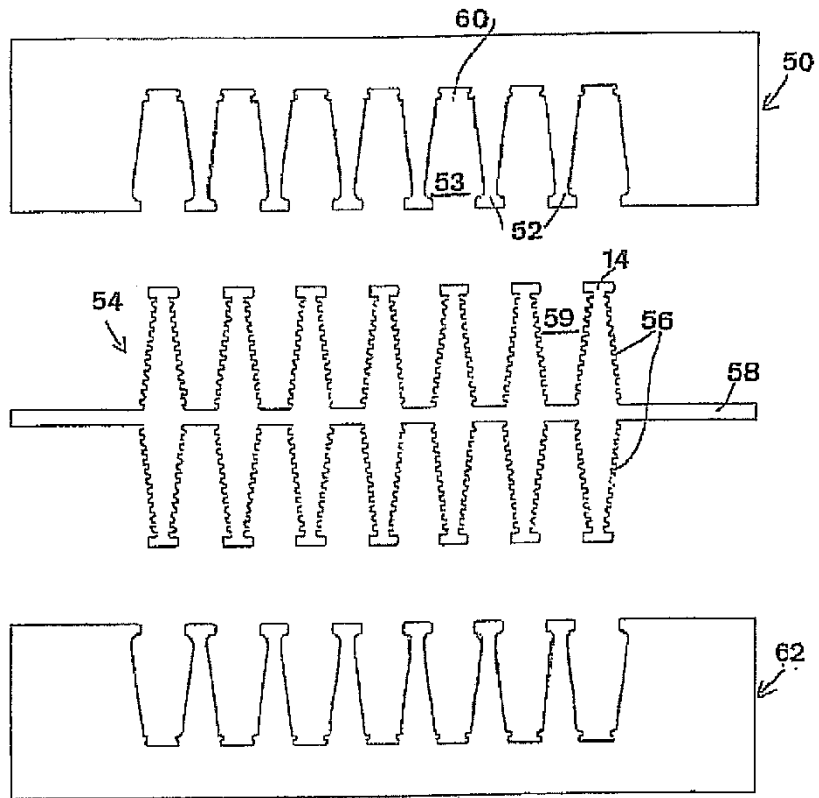


Fig 9

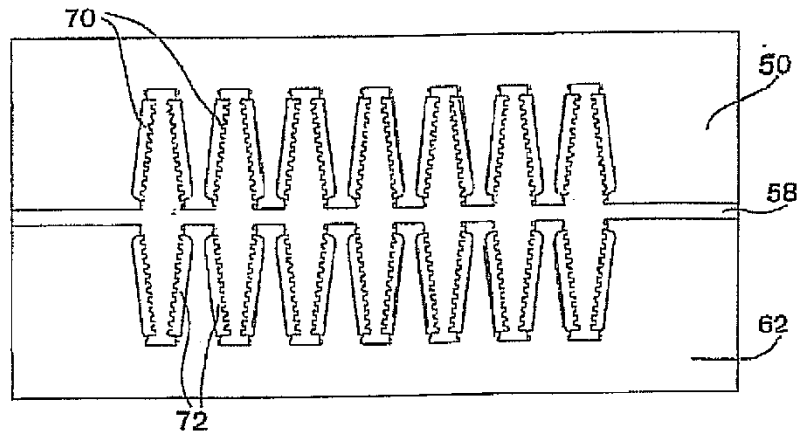


Fig 10