

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 872 875**

51 Int. Cl.:

**F28F 3/02** (2006.01)

**F28F 3/12** (2006.01)

**F28F 9/02** (2006.01)

**F28F 13/12** (2006.01)

**H01L 23/473** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2018 PCT/IB2018/050616**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2018 WO18142310**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2018 E 18704312 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021 EP 3577406**

54 Título: **Sistemas de refrigeración líquida para dispositivos generadores de calor**

30 Prioridad:

**03.02.2017 US 201762454321 P**

**19.07.2017 US 201762534316 P**

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

**03.11.2021**

73 Titular/es:

**ASETEK DANMARK A/S (100.0%)**

**Assensvej 2**

**92202 Aalborg East, DK**

72 Inventor/es:

**LYKKE, PETER**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 872 875 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

Sistemas de refrigeración líquida para dispositivos generadores de calor

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a sistemas de refrigeración líquida para dispositivos electrónicos generadores de calor. Más específicamente, la invención se refiere a placas frías mejoradas para los sistemas de refrigeración líquida.

10

Antecedentes

Durante el funcionamiento de un ordenador u otro dispositivo electrónico generador de calor, el calor creado dentro del conjunto central de procesamiento (CPU) u otro conjunto de procesamiento (por ejemplo, el conjunto de procesamiento de gráficos (GPU)) debe eliminarse rápida y eficientemente para mantener la temperatura dentro del intervalo de diseño especificado por el fabricante. Los sistemas de refrigeración líquida se han utilizado para refrigerar dispositivos electrónicos generadores de calor haciendo circular un líquido refrigerante a través de una placa fría que transfiere el calor desde el dispositivo electrónico generador de calor al líquido refrigerante y, a continuación, a un intercambiador de calor donde se puede descargar el calor.

20

Los sistemas de refrigeración líquida han aumentado el rendimiento de refrigeración del sistema de refrigeración en comparación con los sistemas de refrigeración por aire. Pero, a medida que los CPU, GPU y otros dispositivos electrónicos generadores de calor continúan haciéndose más rápidos, generan más calor, lo que hace que requieran una mayor capacidad de refrigeración. En consecuencia, existe una necesidad constante de continuar aumentando la capacidad de refrigeración de los sistemas de refrigeración líquida y, al mismo tiempo, minimizar su tamaño, huella y costo. La presente descripción se refiere a un sistema de refrigeración líquida que tiene un diseño de placa fría mejorado.

25

El documento US 2012/014066 A1 describe un intercambiador de calor donde se suprime la deformación (flexión) de un miembro intermedio y un marco cuando el miembro intermedio y una porción de pared del miembro de marco que tiene diferentes coeficientes de expansión lineal se sueldan entre sí. También se describe un procedimiento para fabricar el intercambiador de calor, un dispositivo semiconductor donde se suprime la deformación (flexión) de un miembro intermedio y un marco, y un procedimiento para fabricar el dispositivo semiconductor. Se describe específicamente un intercambiador de calor donde un miembro de aleta provisto de una pluralidad de aletas que forman canales de flujo para un refrigerante está dispuesto dentro de un marco que forma la carcasa externa. El marco tiene un primer miembro de marco (una primera porción de pared) al que se sueldan placas aislantes (miembros intermedios) interpuestas entre el marco y los cuerpos generadores de calor (elementos semiconductores). Las placas aislantes (miembros intermedios) tienen un coeficiente de expansión lineal diferente al del marco. El primer miembro de marco está provisto de proyecciones elásticamente deformables (porciones elásticamente deformables) a lo largo de una superficie de disposición de la superficie externa sobre la que están dispuestas las placas aislantes (miembros intermedios).

30

35

40

El documento US 2011/108247 A1 describe un aparato de refrigeración de elementos semiconductores que incluye: un primer miembro cuya primera superficie es el lugar sobre el que está montado un elemento semiconductor, y cuya segunda superficie tiene aletas que definen trayectorias de flujo de refrigerante, que se extienden en una primera dirección, que se encuentran desde la segunda superficie a una altura predeterminada, y que están separadas entre sí por intervalos predeterminados; y un segundo miembro que define las trayectorias de flujo de refrigerante que se extienden en la primera dirección. Las aletas tienen ranuras que se extienden en una segunda dirección que cruza la primera dirección y que tienen una profundidad que se extiende desde el lado del extremo distal de las aletas hacia la segunda superficie. La profundidad de las ranuras es menor que la altura de las aletas. Un miembro formador de protuberancias está dispuesto en las ranuras, se extiende a través de aletas adyacentes y forma protuberancias en las trayectorias de flujo de refrigerante definidas por las aletas adyacentes.

45

50

El documento EP 1808892 A2 describe un disipador de calor o refrigerante que fluye hacia los canales del colector de entrada que se extienden hacia un borde de entrada de un colector donde el flujo es forzado hacia abajo en microcanales paralelos y espaciados que se extienden a través de los canales del colector y redirigen el refrigerante hacia arriba en y fuera de los canales del colector de salida que se extienden hacia un borde de salida del colector y se intercalan con los canales del colector de entrada, manteniendo un ancho de base de los microcanales en el

55

intervalo de cuarenta micrones a cien micrones, una altura de base de los microcanales en el intervalo de doscientos a cuatrocientos micrones, una altura del colector a través de los canales del colector en el intervalo de mil a tres mil micrones y un ancho de colector de los canales del colector en el intervalo de trescientos cincuenta a mil micrones.

## 5 RESUMEN

En un aspecto, la presente descripción está dirigida a una placa fría para un sistema de refrigeración líquida, configurada para refrigerar un componente electrónico generador de calor. La placa fría puede incluir una interfase de intercambio de calor que tiene una primera superficie y una segunda superficie para entrar en contacto con el componente electrónico generador de calor opuesto a la primera superficie. La placa fría también puede incluir una pluralidad de aletas paralelas que se extienden desde la primera superficie, definiendo la pluralidad de aletas una pluralidad de canales. La placa fría puede incluir además una pluralidad de ranuras formadas en la pluralidad de aletas transversalmente a la pluralidad de canales, donde la pluralidad de ranuras incluye dos ranuras internas y dos ranuras externas. La placa fría también puede incluir una pluralidad de paredes de barrera que se extienden hacia abajo en la pluralidad de ranuras, donde la pluralidad de paredes de barrera incluye dos paredes de barrera internas y dos paredes de barrera externas. La placa fría puede incluir además un sello que tiene un paso de entrada configurado para dirigir un líquido refrigerante a la pluralidad de canales, donde el sello define un canal central configurado para distribuir el líquido refrigerante a la región media de la pluralidad de aletas. El canal central se posiciona entre las paredes de barrera internas aproximadamente a la mitad de una longitud de la pluralidad de aletas. El líquido refrigerante suministrado a la pluralidad de canales a través del canal central se divide y fluye alejándose del centro de la pluralidad de aletas.

Otro aspecto de la presente descripción se refiere a un procedimiento de refrigeración de un componente electrónico generador de calor usando un sistema de refrigeración líquida. El procedimiento puede incluir bombear líquido refrigerante a una placa fría. La placa fría puede incluir una interfase de intercambio de calor que tiene una primera superficie y una segunda superficie para entrar en contacto con el componente electrónico generador de calor opuesto a la primera superficie. La placa fría también puede incluir una pluralidad de aletas paralelas que se extienden desde la primera superficie, definiendo la pluralidad de aletas una pluralidad de canales. La placa fría puede incluir además una pluralidad de ranuras formadas en la pluralidad de aletas transversalmente a la pluralidad de canales. La placa fría también puede incluir una pluralidad de paredes de barrera que se extienden hacia abajo en la pluralidad de ranuras y un sello que tiene un paso de entrada configurado para dirigir el líquido refrigerante a la pluralidad de canales. El procedimiento también puede incluir dirigir el líquido refrigerante a través del paso de entrada del sello, dividiendo así el flujo del líquido refrigerante para que fluya desde el centro de la pluralidad de canales hacia abajo, lo que permite que el calor se transfiera desde el dispositivo electrónico generador de calor al equipo de refrigeración líquida, donde las paredes de barrera rompen el flujo laminar y crean un flujo turbulento del líquido refrigerante cuando este fluye por debajo de las paredes de barrera. El procedimiento puede incluir además recoger el líquido refrigerante de los conductos de salida en cada extremo de la pluralidad de canales y suministrar el líquido refrigerante a un intercambiador de calor donde el calor se transfiere desde el líquido refrigerante.

Otro aspecto de la presente descripción está dirigido a un sistema de refrigeración líquida para un componente electrónico generador de calor. El sistema de refrigeración líquida puede incluir una placa fría. La placa fría puede incluir una interfase de intercambio de calor que tiene una primera superficie y una segunda superficie para entrar en contacto con el componente electrónico generador de calor opuesto a la primera superficie. La placa fría también puede incluir una pluralidad de aletas paralelas que se extienden desde la primera superficie, definiendo la pluralidad de aletas una pluralidad de canales. La placa fría puede incluir además una pluralidad de ranuras formadas en la pluralidad de aletas transversalmente a la pluralidad de canales. La placa fría también puede incluir una pluralidad de paredes de barrera que se extienden hacia abajo en la pluralidad de ranuras y un sello que tiene un paso de entrada configurado para dirigir el líquido refrigerante a la pluralidad de canales. El calor del dispositivo electrónico generador de calor puede transferirse al líquido refrigerante a medida que fluye a través de la pluralidad de canales. El sistema también puede incluir un intercambiador de calor acoplado de manera fluida a la placa fría, el intercambiador de calor transfiere calor lejos del líquido refrigerante a medida que el líquido refrigerante circula a través del intercambiador de calor. El sistema puede incluir además una bomba acoplada de manera fluida a la placa fría y al intercambiador de calor, la bomba hace circular el líquido refrigerante a través de la placa fría y el intercambiador de calor.

Otro aspecto de la presente descripción se refiere a una placa fría para un sistema de refrigeración líquida, configurada para refrigerar un componente electrónico generador de calor. La placa fría puede incluir una interfase de intercambio de calor que tiene una primera superficie y una segunda superficie para entrar en contacto con el componente electrónico generador de calor opuesto a la primera superficie. La placa fría también puede incluir una pluralidad de aletas paralelas que se extienden desde la primera superficie, definiendo la pluralidad de aletas una pluralidad de canales. La placa fría puede incluir además una pluralidad de ranuras formadas en la pluralidad de aletas

transversalmente a la pluralidad de canales. La placa fría también puede incluir una pluralidad de paredes de barrera que se extienden hacia abajo en la pluralidad de ranuras. La placa fría puede incluir además un sello que tiene un paso de entrada configurado para dirigir un líquido refrigerante a la pluralidad de canales. La pluralidad de ranuras puede incluir dos ranuras internas y la pluralidad de paredes de barrera puede incluir dos paredes de barrera internas.

5

Otro aspecto de la presente descripción se refiere a un procedimiento de refrigeración de un componente electrónico generador de calor usando un sistema de refrigeración líquida. El procedimiento puede incluir bombear líquido refrigerante a una placa fría. La placa fría puede incluir una interfase de intercambio de calor que tiene una primera superficie y una segunda superficie para entrar en contacto con el componente electrónico generador de calor opuesto a la primera superficie. La placa fría también puede incluir una pluralidad de aletas paralelas que se extienden desde la primera superficie, definiendo la pluralidad de aletas una pluralidad de canales. La placa fría puede incluir además una pluralidad de ranuras formadas en la pluralidad de aletas transversalmente a la pluralidad de canales. La placa fría también puede incluir una pluralidad de paredes de barrera que se extienden hacia abajo en la pluralidad de ranuras y un sello que tiene un paso de entrada configurado para dirigir el líquido refrigerante a la pluralidad de canales.

10

15

El procedimiento también puede incluir dirigir el líquido refrigerante a través del paso de entrada del sello, dividiendo así el flujo del líquido refrigerante para que fluya desde el centro de la pluralidad de canales hacia abajo, lo que permite que el calor se transfiera desde el dispositivo electrónico generador de calor al equipo de refrigeración líquida, donde las paredes de barrera rompen el flujo laminar y crean un flujo turbulento del líquido refrigerante cuando este fluye por debajo de las paredes de barrera. El procedimiento puede incluir además recoger el líquido refrigerante de los conductos de salida en cada extremo de la pluralidad de canales y suministrar el líquido refrigerante a un intercambiador de calor donde el calor se transfiere desde el líquido refrigerante. La pluralidad de ranuras puede incluir dos ranuras internas y la pluralidad de paredes de barrera puede incluir dos paredes de barrera internas.

20

25

Puede ser un objetivo de la invención proporcionar un diseño mejorado de placa fría para sistemas de refrigeración líquida, que sea más eficiente (por ejemplo, mayor rendimiento de transferencia de calor) que el diseño actual de placa fría, que se puede producir a un bajo costo y permitiendo altos volúmenes de producción. Puede ser otro objetivo crear un diseño de placa fría, que sea fácil de usar e implementar, y que requiera un bajo nivel de mantenimiento o ningún mantenimiento en absoluto. Otro objetivo más de la presente invención puede ser crear un diseño de placa fría que se pueda usar con tipos de CPU existentes y que se pueda usar en sistemas de ordenador existentes.

30

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una realización de un sistema de refrigeración líquida que puede incluir una realización de placa fría ejemplar, según la presente descripción.

35

La FIG. 2 es una vista en perspectiva de otra realización de un sistema de refrigeración líquida que puede incluir una realización de placa fría ejemplar, según la presente descripción.

40

La FIG. 3 es un esquema simplificado que muestra una vista en sección transversal del sistema de refrigeración líquida a lo largo de la placa 3-3 de la FIG. 2.

La FIG. 4 es una vista en perspectiva de una placa fría, según una realización ejemplar.

45

La FIG. 5 es otra vista en perspectiva de la placa fría de la FIG. 4.

La FIG. 6 es una vista esquemática en sección transversal de una placa fría en un sistema de refrigeración líquida, según una realización ejemplar.

50

La FIG. 7 es una vista en perspectiva de la placa fría de referencia utilizada para pruebas comparativas.

La FIG. 8 es una fotografía de la placa fría de referencia utilizada para pruebas comparativas.

La FIG. 9 es una fotografía de la placa fría, según una realización ejemplar.

55

La FIG. 10 es una fotografía de la placa fría de la FIG. 9 con las paredes de barrera insertadas en las ranuras de las aletas, según una realización ejemplar.

La FIG. 11 es un sello de la placa fría, según una realización ejemplar.

60

La FIG. 12 es una fotografía de una placa fría, según otra realización ejemplar.

La FIG. 13 es un sello de la placa fría de la FIG. 12, según una realización ejemplar.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA**

5

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones de la presente descripción, cuyos ejemplos se ilustran en las figuras adjuntas. Siempre que sea posible, se usarán los mismos números de referencia en todos los dibujos para hacer referencia a las mismas partes o a partes similares.

10 La FIG. 1 muestra un ejemplo ilustrativo de un sistema de refrigeración líquida 10. El sistema de refrigeración líquida 10 puede incluir una placa fría 12, un depósito de líquido 14, una bomba de líquido 16 y un intercambiador de calor o radiador 18, que puede estar conectado de manera fluida, como se muestra en la FIG. 1. La placa fría 12 puede montarse en un dispositivo electrónico generador de calor (no se muestra), por ejemplo, un CPU, GPU u otro conjunto de procesamiento. El depósito de líquido 14 puede funcionar como un conjunto de almacenamiento para el exceso de líquido refrigerante que no puede estar contenido en los componentes restantes y también puede usarse para ventilar el aire del sistema a fin de llenar el sistema con líquido refrigerante. El intercambiador de calor 18 puede configurarse para eliminar el calor del líquido refrigerante que circula a través del mismo soplando aire a través del intercambiador de calor 18 mediante el ventilador de aire 20. Como se muestra en la FIG. 1, los diversos componentes del sistema de refrigeración líquida 10 pueden conectarse entre sí mediante tubos o conductos diseñados para hacer circular el líquido refrigerante.

Las FIG. 2 y 3 muestran otro ejemplo ilustrativo de un sistema de refrigeración líquida 110. El sistema de refrigeración líquida 110 puede incluir un depósito 114, como se muestra en las FIG. 2 y 3, que puede estar definidos por una carcasa de chasis de doble cara configurada para montar un motor eléctrico. En la realización mostrada, el depósito 25 114 tiene una configuración circular cónica y está provisto de nervios de refuerzo que se extienden axialmente a lo largo de la carcasa. Se contempla que se puedan utilizar otras configuraciones del depósito 114. Por ejemplo, se pueden adoptar otras formas tales como cilíndrica, circular o cónica, rectangular o cilíndrica, rectangular o incluso ovalada o triangular, al diseñar y posiblemente moldear por inyección o fundido el depósito.

30 Aunque no se muestra en las FIG. 2 o 3, la carcasa para el depósito 114 puede estar provista de una entrada y una salida para hacer circular el líquido a través de un intercambiador de calor (no se muestra), que puede ser comparable al intercambiador de calor 18 (véase la FIG. 1). Para algunas realizaciones, el intercambiador de calor puede considerarse como un componente del sistema de refrigeración líquida 110, mientras que, para otras realizaciones, el intercambiador de calor puede considerarse como un componente separado. La entrada y la salida se pueden proporcionar a lo largo de cualquier superficie adecuada de la carcasa para el depósito 114. El intercambiador de calor puede posicionarse cerca o lejos del sistema de refrigeración líquida 110, dependiendo de la configuración del dispositivo electrónico generador de calor y el sistema informático asociado. En algunas realizaciones, el intercambiador de calor puede posicionarse en las proximidades inmediatas del depósito 114, eliminando así potencialmente la necesidad de cualquier tubería entre el intercambiador de calor y la entrada y la salida, respectivamente. Dicha realización proporciona una configuración muy compacta para el sistema de refrigeración líquida 110.

Como se muestra en las FIG. 2 y 3, el sistema de refrigeración líquida 110 puede incluir una bomba 116. La bomba 116 puede incluir un impulsor 120 posicionado dentro de una cámara de bomba 122, que puede estar al menos 45 parcialmente definida por una cubierta de impulsor 124. La cubierta 124 del impulsor puede incluir una salida 126 posicionada tangencialmente a la circunferencia del impulsor 120. Por consiguiente, la bomba 116 puede funcionar como una bomba centrífuga. Como se muestra en la FIG. 3, la cámara de bomba 46 puede estar abierta al depósito 114 en el lado opuesto a la cubierta del impulsor 124, permitiendo el flujo directo de líquido refrigerante desde el depósito 114 a la cámara de bomba 122.

50

El sistema de refrigeración líquida 110 también puede incluir un miembro intermedio 128 posicionado entre la cámara de bomba 122 y una placa fría 112. El miembro intermedio 128 y la placa fría 112 pueden definir una cámara de intercambio térmico 130, como se muestra en la FIG. 3. El miembro intermedio 128 puede estar provisto de un paso de entrada 132 para dirigir el líquido refrigerante descargado a través de la salida 126 desde la cámara de bomba 122 a la cámara de intercambio térmico 130. El miembro intermedio 128 puede estar provisto de uno o más pasos de salida 134 para dirigir el líquido refrigerante fuera de la cámara 130 del intercambiador térmico. En algunas realizaciones, el uno o más conductos de salida 134 pueden dirigir el líquido refrigerante de vuelta al depósito 114 desde donde puede circular a través del intercambiador de calor. En otras realizaciones, el uno o más conductos de salida 134 pueden dirigir el líquido refrigerante directamente al intercambiador de calor, donde puede circular de regreso al depósito 114 una vez refrigerado. En algunas realizaciones, un paso de salida 134 puede dirigir el líquido

refrigerante de regreso al depósito 114 mientras que el otro puede dirigir el líquido refrigerante al intercambiador de calor. En algunas realizaciones, el miembro intermedio 128 y la cubierta del impulsor 124 pueden formarse como un solo componente.

- 5 La carcasa para el depósito 114 puede tener un rebaje 136 en el centro, en el lado superior. El rebaje 136 puede estar configurado para alojar un estator 138 de un motor eléctrico para accionar el impulsor 120 de la bomba 116. El impulsor 120 puede estar unido a un eje de un rotor 140 del motor eléctrico. El rebaje 136 puede incluir un orificio, cuatro paredes laterales, un fondo y una camisa circular 142 que se extiende desde el fondo del rebaje 136 hacia fuera, hacia el orificio del rebaje 136. El interior (véase la FIG. 3) de la camisa circular 142 puede configurarse para alojar el rotor 140 del motor eléctrico. De ese modo, se puede lograr una división a prueba de líquidos entre el rotor 140, posicionado dentro del interior de la camisa circular 142 (sumergido en líquido refrigerante), y el estator 138, posicionado en el rebaje 40 que rodea el exterior de la camisa circular 142. Por consiguiente, para tales realizaciones, no es necesario sellar el estator 138 por separado del líquido refrigerante.
- 10
- 15 La placa fría 112 puede incluir una interfase de intercambio de calor 144 con una primera superficie 146 que tiene una pluralidad de aletas 148 que se extiende desde la primera superficie hacia el miembro intermedio 128 y una segunda superficie 150, opuesta a la primera superficie 146, configurada para hacer contacto con un dispositivo electrónico generador de calor 152. En algunas realizaciones, la placa fría 112 puede estar hecha de una placa de cobre y la pluralidad de aletas puede formarse mediante un procedimiento de biselado. Se contempla que se pueden usar otros
- 20 metales adecuados para formar la placa fría 112, incluida la interfase de intercambio de calor 144 y/o la pluralidad de aletas.

La FIG. 4 muestra una vista en perspectiva de una realización ejemplar de una placa fría 212, que puede ser intercambiable con otras placas frías de sistemas de refrigeración líquida, incluyendo, por ejemplo, las placas frías 12, 112 de los sistemas de refrigeración líquida 10, 110. Como se muestra en la FIG. 4, la placa fría 212 puede incluir una interfase de intercambio de calor 244 que tiene una primera superficie 246 con una pluralidad de aletas paralelas 248 que se extienden desde la primera superficie 246 y una segunda superficie 250, opuesta a la primera superficie 246, configurada para hacer contacto con un dispositivo electrónico generador de calor (no se muestra). La pluralidad de aletas paralelas 248 puede definir una pluralidad de canales paralelos entre aletas adyacentes. La pluralidad de aletas 248 puede formarse mediante cualquier procedimiento adecuado, que incluye, por ejemplo, biselado.

25

30

La placa fría 212 también puede incluir una pluralidad de ranuras 252 posicionadas transversalmente a la pluralidad de aletas 248. El número de ranuras 252 puede variar, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la placa fría 212 puede incluir un total de cuatro ranuras 252, dos ranuras internas 252a y dos ranuras externas 252b. En otro ejemplo, como se muestra en la FIG. 12, otra realización ejemplar de una placa fría 212' incluye dos ranuras internas 252a y ninguna ranura externa. Las ranuras 252 pueden tener una profundidad menor a la altura de la pluralidad de aletas 248. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la profundidad de las ranuras puede ser de alrededor del 10, el 20, el 30, el 40, el 50, el 60, el 70, el 80 o el 90 % de la altura de la pluralidad de aletas. Como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de las ranuras 252 puede ser la misma para todas las ranuras. En otras realizaciones, la profundidad de las ranuras 252 puede ser diferente. Por ejemplo, las ranuras internas 252a pueden tener una profundidad mayor o menor que las ranuras externas 252b. El ancho de las ranuras 252 también puede variar. La FIG. 9 es una fotografía de la placa fría 212 que muestra la pluralidad de aletas y ranuras.

35

40

Como se muestra en la FIG. 4, la placa fría 212 también puede incluir una pluralidad de paredes de barrera 258. El número de paredes de barrera 258 puede corresponder al número de ranuras 252. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la placa fría 212 puede tener cuatro paredes de barrera 258, dos paredes de barrera internas 258a y dos paredes de barrera externas 258b. La placa fría 212', como se muestra en la FIG. 12, puede tener dos paredes de barrera internas 258, por ejemplo, dos paredes de barrera internas 258a y ninguna pared de barrera externa. La profundidad de las paredes de barrera 258 puede corresponder a la profundidad de las ranuras de manera tal que, cuando las paredes de barrera 258 se posicionan en las ranuras, las paredes de barrera 258 se extienden completamente hacia abajo en las ranuras 252 hasta el fondo. Un ancho de las paredes de barrera 258 puede corresponder al ancho de las ranuras de modo que sea posible una fácil instalación de las paredes de barrera 259 sin doblar ni dañar ninguna de las aletas 248.

45

50

En algunas realizaciones, como se muestra en la FIG. 4, las paredes de barrera pueden formarse como parte de una placa 254 que está configurada para posicionarse encima de la pluralidad de aletas 248. La placa 254 puede estar formada por una hoja sustancialmente plana o un elemento en forma de placa 256 y la pluralidad de paredes de barrera 258 puede extenderse perpendicularmente al elemento plano hacia la pluralidad de aletas 248. La placa 254 puede incluir una o más aberturas en el elemento plano 256. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la placa 254 puede incluir una abertura central 260 posicionada entre las paredes de barrera internas 258a. La abertura central 260

55

60

puede tener una forma rectangular alargada que se extiende sustancialmente al ancho de la placa 254 a lo largo de un eje Y. En algunas realizaciones, como se muestra en la FIG. 4, a ambos lados de la abertura central 260 puede haber aberturas adicionales en los otros lados de las paredes de barrera internas 258a.

- 5 Estas aberturas adicionales pueden tener una forma y un tamaño similares a los de la abertura central 260. La FIG. 10 es una fotografía de la placa fría 212 con paredes de barrera 258 instaladas en las ranuras 252.

La FIG. 5 muestra la placa fría 212 con la placa 254 posicionada encima de la pluralidad de aletas 248 de manera que la pluralidad de paredes de barrera 258 se inserta en la pluralidad de ranuras 252. Como se muestra en la FIG. 5, el  
10 ancho de la placa 254 a lo largo del eje Y puede ser sustancialmente igual al ancho de la pluralidad de aletas 248 a lo largo del eje Y, mientras que la longitud de la placa 254 a lo largo del eje X puede ser menor que la longitud de la pluralidad de aletas 248 a lo largo del eje X.

La placa fría 212, cuando se instala en un sistema de refrigeración líquida (por ejemplo, 10 o 110), puede conectarse  
15 de manera tal que la abertura central 260 esté conectada de manera fluida a un paso de entrada que entrega el líquido refrigerante. Por consiguiente, el líquido refrigerante puede distribuirse a través del área de la sección transversal completa de la abertura central 260 y dirigirse a toda la pluralidad de aletas 248. El líquido refrigerante, una vez que entre en la pluralidad de canales entre la pluralidad de aletas 248, se dividirá y fluirá en ambas direcciones, alejándose de la abertura central 260. Por ejemplo, la FIG. 6 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra una  
20 trayectoria de flujo representativa de líquido refrigerante a través de la placa fría 212. Como se muestra en la FIG. 6, el líquido refrigerante puede pasar a través de la abertura central 260 hacia la pluralidad de aletas 248 y, a continuación, puede dividirse. Como se muestra en la FIG. 6, las paredes de barrera 258 que se extienden hacia abajo en las ranuras 252 actúan como obstáculos que obligan al líquido refrigerante a fluir alrededor de las paredes de barrera. Al redirigir el flujo alrededor de las paredes de barrera, se introducen turbulencias en el flujo del fluido refrigerante. El aumento de la turbulencia dentro del flujo del líquido refrigerante puede ser beneficioso porque rompe  
25 el flujo laminar provocando un flujo más turbulento del líquido refrigerante. Esto es beneficioso porque, a medida que el líquido refrigerante fluye a través de los canales, tiende a convertirse en un flujo más laminar creando una capa de borde de flujo que se acumula a lo largo de las aletas y esta capa de borde actúa como aislante reduciendo la tasa de transferencia de calor entre las aletas y el líquido refrigerante. Por consiguiente, al introducir las paredes de barrera en la trayectoria del flujo del líquido refrigerante, se rompe el flujo laminar y se introduce turbulencia, lo que aumenta la tasa de transferencia de calor entre las aletas y el líquido refrigerante. Debe entenderse que pueden usarse otros términos, que incluyen, por ejemplo, directores, desviadores o efectores de turbulencia, en lugar de paredes de barrera.

35 Como se muestra en la FIG. 6, una vez que se divide el flujo del líquido refrigerante, cada vía de flujo se desvía alrededor de una pared de barrera interna 258a y, a continuación, una pared de barrera externa 258b, las cuales pueden actuar como un efector de turbulencia rompiendo el flujo laminar del líquido refrigerante. Se contempla que el posicionamiento de las ranuras 252 y las paredes de barrera 258 se pueda ajustar a lo largo de la trayectoria del flujo del líquido refrigerante. Por ejemplo, en otras realizaciones, las paredes de barrera internas 258a pueden posicionarse  
40 más lejos de la abertura central 260, reduciendo, por consiguiente, la distancia entre las paredes de barrera internas 258a y las paredes de barrera externas 258b, y reduciendo, por consiguiente, la distancia disponible para que el flujo laminar se establezca antes de la ruptura por parte de las paredes de barrera externas 258b. También se contempla que, en otras realizaciones, se puedan añadir paredes de barrera adicionales o una menor cantidad de las mismas. Por ejemplo, pueden añadirse paredes de barrera intermedias entre las paredes de barrera internas y las externas.  
45 En otro ejemplo, como se muestra en la FIG. 12, las paredes de barrera externas se pueden quitar y se pueden utilizar tan solo dos paredes de barrera internas 258a para que actúen como un efector de turbulencia, rompiendo el flujo laminar del líquido refrigerante.

Como se muestra en la FIG. 6, el líquido refrigerante puede salir de la pluralidad de aletas 248 en cada extremo, donde  
50 el líquido refrigerante puede ser recogido y descargado a través de los conductos de salida 262.

La FIG. 6 muestra la placa fría 212 incorporada en un sistema de refrigeración líquida similar al sistema de refrigeración líquida 110, donde la bomba y el depósito están posicionados encima de la placa fría. Debe entenderse que las características de funcionamiento, rendimiento y trayectoria de flujo para la placa fría 212 descritas en esta invención  
55 también son aplicables a otras realizaciones de sistemas de refrigeración líquida, incluidos los sistemas de refrigeración líquida 10, 110.

Las paredes de barrera 258 y/o la placa 254 pueden fabricarse con cualquier material adecuado que sea capaz de actuar como barrera para un líquido refrigerante, incluyendo, por ejemplo, metales (por ejemplo, cobre, acero  
60 inoxidable, zinc, cromo), compuestos o polímeros (por ejemplo, caucho). Aunque no se muestra en las FIG. 5 o 6, la

placa fría 212 puede incluir un sello o junta diseñada para su posicionamiento en la parte superior de la pluralidad de aletas 248 y, para algunas realizaciones, en la parte superior de la placa 254, diseñada para dirigir el líquido refrigerante a la abertura central 260, las aberturas adicionales, y/o los pasos de salida 262. Por ejemplo, la FIG. 11 muestra una realización de un sello diseñado para su posicionamiento encima de la pluralidad de aletas 248. El sello

5 puede incluir un paso de entrada y un canal central diseñados para distribuir el líquido refrigerante al medio de la pluralidad de aletas 248 ya través de la abertura central, para las realizaciones que incluyen la placa 254. Como se muestra en la FIG. 11, el sello también puede incluir dos pasos de salida en extremos opuestos diseñados para descargar el líquido refrigerante de la pluralidad de aletas 248.

10 En algunas realizaciones, el sello puede fabricarse de manera tal que incluya las paredes de barrera 258. Por ejemplo, el sello se puede fabricar a partir de un polímero u otro material similar al caucho que sea adecuado y capaz de sellar con líquidos, pero lo suficientemente rígido como para que las paredes de barrera puedan mantener su estructura. Por ejemplo, el sello 300 mostrado en la FIG. 13 está formado por dos paredes de barrera internas 258a que corresponden en posición a las ranuras internas 252a de la placa fría 212' mostrada en la FIG. 12.

15 En algunas realizaciones, las paredes de barrera 258 pueden ser paredes independientes posicionadas en las ranuras que se mantienen en lugares mediante el posicionamiento del sello en la parte superior de la pluralidad de aletas 248. En algunas realizaciones, las paredes de barrera 258 pueden formarse a partir de una junta o junta tórica rugosa que se enrosca hacia abajo en las ranuras. Debe entenderse que las paredes de barrera pueden estar formadas a partir

20 de cualquier material adecuado que sea capaz de desviar el líquido refrigerante.

Para cuantificar la mejora del rendimiento de transferencia de calor proporcionada por la placa fría 212, se realizaron pruebas comparativas. La FIG. 7 muestra una vista prospectiva de una placa fría de referencia 300 utilizada para la prueba y la FIG. 8 muestra es una fotografía de la placa fría de referencia utilizada para la prueba. Como se muestra

25 en las FIG. 7 y 8, a diferencia de la placa fría 212, la placa fría de referencia 300 no incluía ranuras ni tenía paredes de barrera diseñadas para crear turbulencias rompiendo el flujo laminar.

Ambas placas frías 212 y 300 se ejecutaron con flujo dividido usando la misma junta (véase la FIG. 11) en un sistema de banco de pruebas donde cada una estaba conectada al mismo sistema de refrigeración líquida, que tenía una

30 bomba para hacer circular el líquido refrigerante y un intercambiador de calor para descargar el calor. Cada placa fría se conectó a un dispositivo generador de calor (CPU) que operaba a los mismos niveles para ambas pruebas. Los resultados muestran que la resistencia térmica para la placa fría de referencia mostrada en las FIG. 7 y 8 fue de  $0,031^{\circ}\text{C/W}$  mientras que la resistencia térmica para la placa fría 212 como se muestra en la FIG. 5 fue de  $0,027^{\circ}\text{C/W}$ . Por consiguiente, la placa fría 212 exhibió una resistencia térmica de  $0,004^{\circ}\text{C/W}$  menor que la placa fría de referencia,

35 lo que equivale a una disminución de aproximadamente un 13 % en la resistencia térmica de la placa fría. Esta disminución en la resistencia térmica demuestra cómo la placa fría 212 es menos resistente a la transferencia de calor que la placa fría de referencia y, por lo tanto, es capaz de transferir calor de manera más eficiente que la placa fría de referencia. Durante la prueba, también se midió el rendimiento general del sistema de refrigeración líquida y se determinó que la resistencia térmica para todo el sistema que funcionaba con la placa fría de referencia 300 era de

40  $0,091^{\circ}\text{C/W}$  mientras que la resistencia térmica para todo el sistema que ejecuta la placa fría 212 fue de  $0,088^{\circ}\text{C/W}$ . También se midió la resistencia térmica del intercambiador de calor y fue sustancialmente la misma a  $0,06^{\circ}\text{C/W}$  para ambas pruebas. Por consiguiente, la mejora en el rendimiento general del sistema se atribuye a la placa fría 212.

Otras realizaciones y usos de la invención serán evidentes para los expertos en la materia al considerar la memoria

45 descriptiva y la práctica de la invención descrita en esta invención. Se pretende que la memoria descriptiva y los ejemplos se consideren solo como ejemplos, siendo el alcance de la protección definido por las reivindicaciones a continuación.

**REIVINDICACIONES**

1. Una placa fría (12) para un sistema de refrigeración líquida (10), configurada para refrigerar un componente electrónico generador de calor, comprendiendo la placa fría (12):

5

una interfase de intercambio de calor (144) que tiene una primera superficie (146) y una segunda superficie (150) para hacer contacto con el componente electrónico generador de calor opuesto a la primera superficie (146); una pluralidad de aletas paralelas (148) que se extienden desde la primera superficie (146), definiendo la pluralidad de aletas (148) una pluralidad de canales;

10

una pluralidad de ranuras (252) formadas en la pluralidad de aletas (148) transversalmente a la pluralidad de canales, donde la pluralidad de ranuras (252) incluye dos ranuras internas (252a) y dos ranuras externas (252b), y

15

una pluralidad de paredes de barrera (258) que se extienden hacia abajo en la pluralidad de ranuras (252), donde la pluralidad de paredes de barrera (258) incluye dos paredes de barrera internas (258a) y dos paredes de barrera externas (258b); y

20

un sello que tiene un paso de entrada configurado para dirigir un líquido refrigerante a la pluralidad de canales, donde el sello define un canal central configurado para distribuir el líquido refrigerante a la región media de la pluralidad de aletas (148), donde el canal central está posicionado entre las paredes de barrera internas (258a) alrededor de la mitad de una longitud de la pluralidad de aletas (148) y donde el líquido refrigerante suministrado a la pluralidad de canales a través del canal central se divide y fluye desde el medio de la pluralidad de aletas (148).

2. La placa fría de la reivindicación 1, donde las paredes de barrera internas (258a) y las paredes de barrera externas (258b) fuerzan el líquido refrigerante para que fluya por el lugar, rompiendo el flujo laminar y creando un flujo turbulento del líquido refrigerante, a medida que fluye por la pluralidad de canales.

25

3. La placa fría de la reivindicación 1, que comprende además una placa (256) configurada para cubrir una porción de la pluralidad de aletas (248), donde la pluralidad de paredes de barrera (258) se extiende hacia abajo desde la placa (256) y la placa (256) incluye una abertura central (260) que se corresponde con el canal central.

30

4. Un procedimiento para refrigerar un componente electrónico generador de calor usando un sistema de refrigeración líquida, comprendiendo el procedimiento: bombear el líquido refrigerante a una placa fría (12), donde la placa fría incluye:

35

una interfase de intercambio de calor que tiene una primera superficie (146) y una segunda superficie (150) para hacer contacto con el componente electrónico generador de calor opuesto a la primera superficie; una pluralidad de aletas paralelas (148) que se extienden desde la primera superficie (146), definiendo la pluralidad de aletas (148) una pluralidad de canales;

40

una pluralidad de ranuras (252) formadas en la pluralidad de aletas (148) transversalmente a la pluralidad de canales;

45

una pluralidad de paredes de barrera (258) que se extienden hacia abajo en la pluralidad de ranuras (252); y un sello que tiene un paso de entrada configurado para dirigir el líquido refrigerante a la pluralidad de canales; dirigir el líquido refrigerante a través del paso de entrada del sello, dividiendo así el flujo del líquido refrigerante para que fluya desde el centro de la pluralidad de canales hacia abajo, lo que permite que el calor se transfiera desde el dispositivo electrónico generador de calor al equipo de refrigeración líquida, donde las paredes de barrera (258) rompen el flujo laminar y crean un flujo turbulento del líquido refrigerante cuando este fluye por debajo de las paredes de barrera (258);

50

recoger el líquido refrigerante de los conductos de salida en cada extremo de la pluralidad de canales y suministrar el líquido refrigerante a un intercambiador de calor donde el calor se transfiere desde el líquido refrigerante.

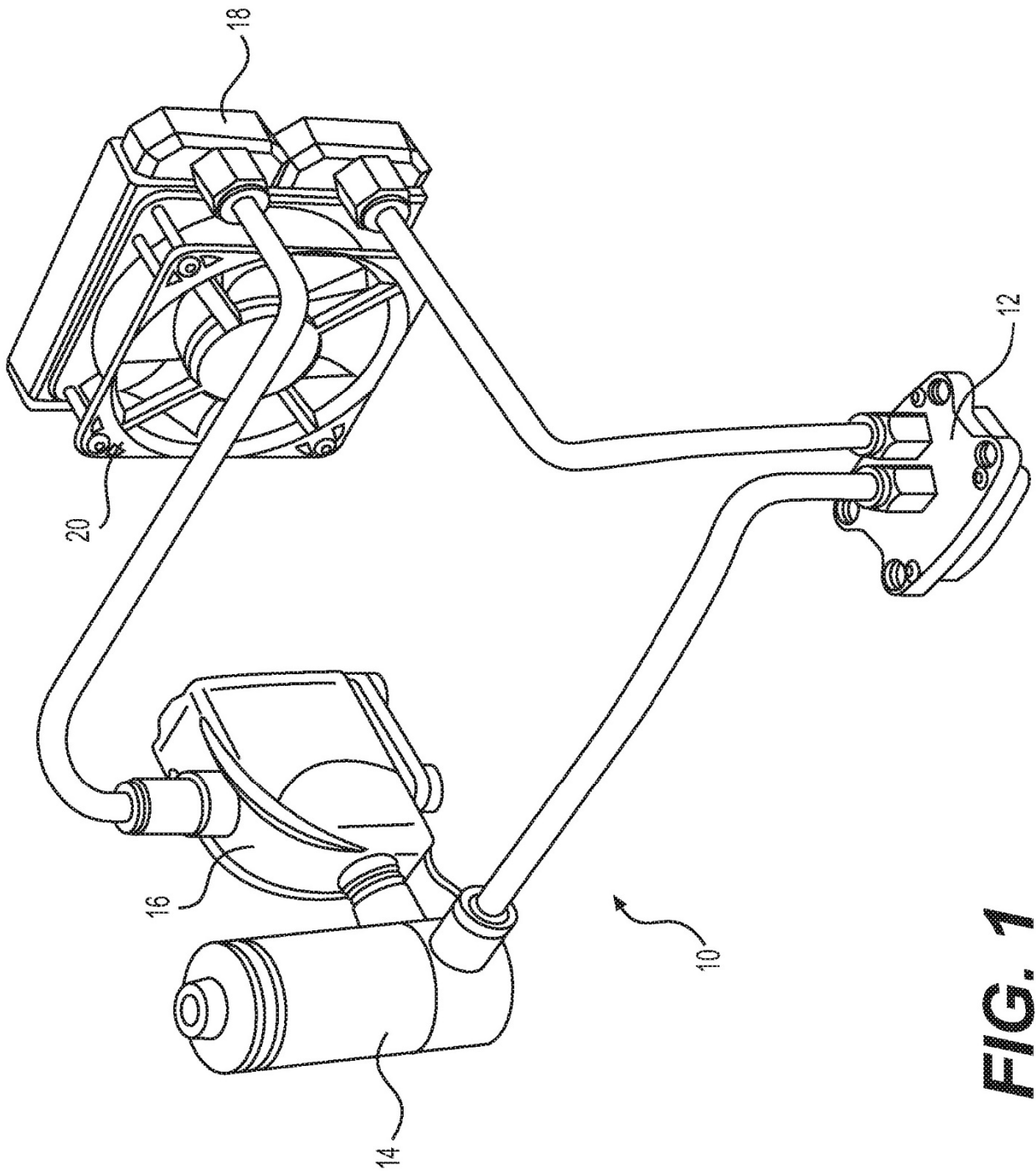
5. El procedimiento de la reivindicación 4, donde la pluralidad de ranuras (252) incluye dos ranuras internas (252a) y dos ranuras externas (252b), y la pluralidad de paredes de barrera (258) incluye dos paredes de barrera internas (258a) y dos paredes de barrera externas (258b).

55

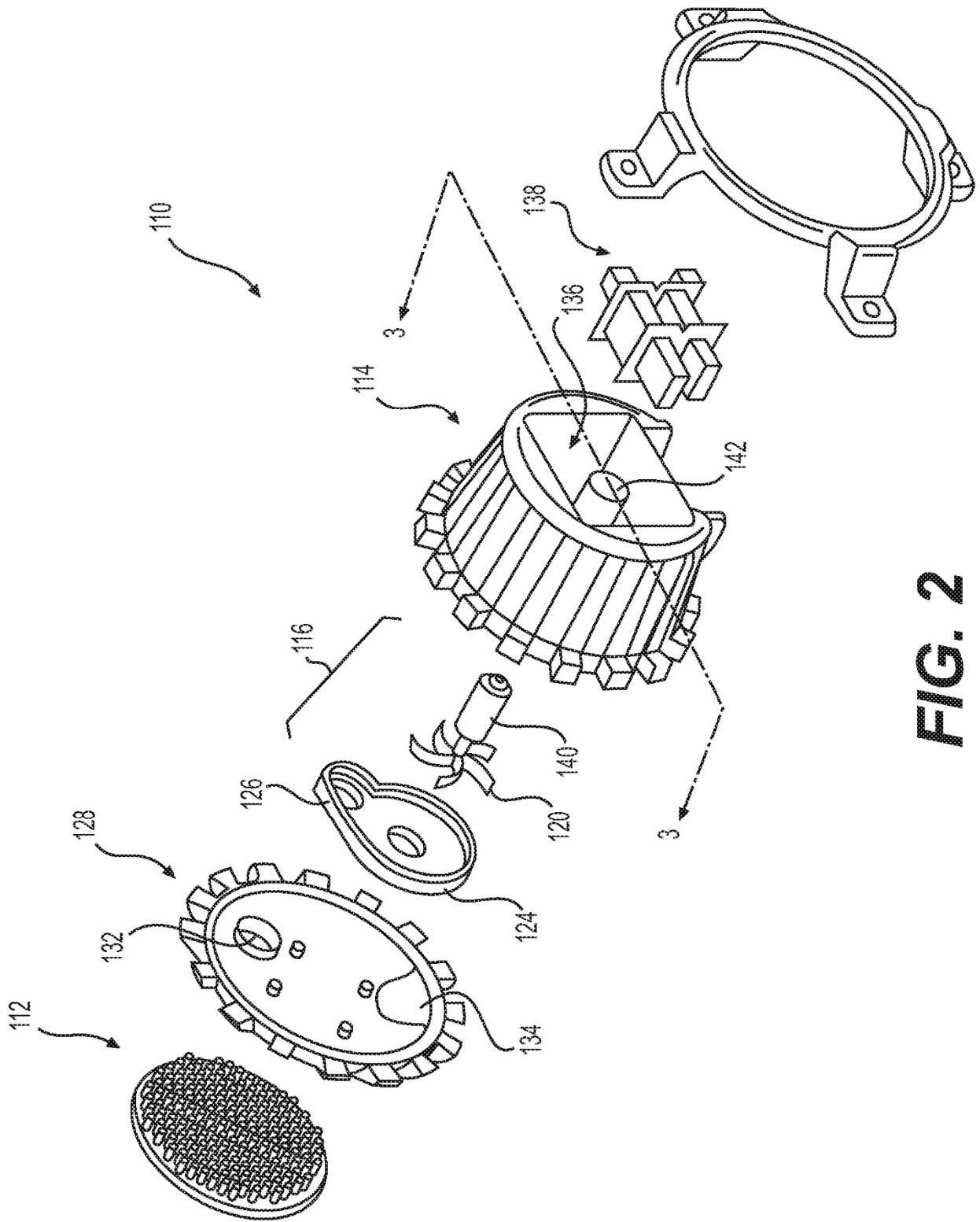
6. El procedimiento de la reivindicación 5, donde el sello define un canal central configurado para distribuir el líquido refrigerante a la región media de la pluralidad de aletas (148), donde el canal central está posicionado entre las paredes de barrera internas (258a) alrededor de la mitad del camino a lo largo de una longitud de la pluralidad de aletas (148).

60

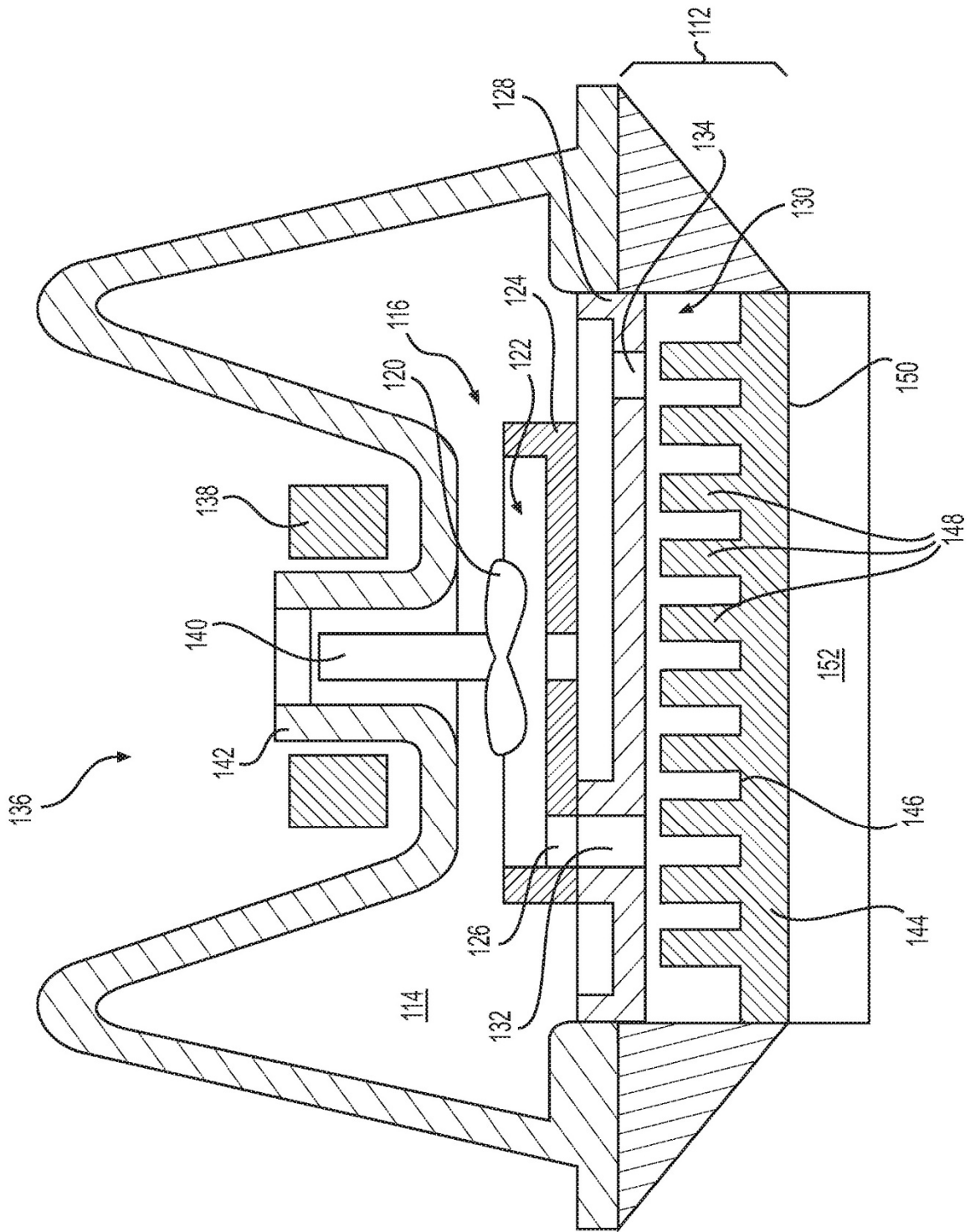
7. La placa fría de la reivindicación 1, donde dicha placa fría (12) está acoplada de manera fluida a una bomba, la cual (16) hace circular el líquido refrigerante a través de la placa fría (12).
8. La placa fría de la reivindicación 7, donde el sello define un canal central configurado para distribuir el líquido refrigerante a la región media de la pluralidad de aletas (148), donde el canal central está posicionado entre las paredes de barrera internas (258a) alrededor de la mitad del camino a lo largo de una longitud de la pluralidad de aletas (148).
9. La placa fría de la reivindicación 8, donde el líquido refrigerante suministrado a la pluralidad de canales a través del canal central se divide y fluye alejándose del centro de la pluralidad de aletas (148).
10. La placa fría de la reivindicación 8, donde las paredes de barrera internas (258a) fuerzan el líquido refrigerante para que fluya por el lugar, rompiendo el flujo laminar y creando un flujo turbulento del líquido refrigerante, a medida que fluye por la pluralidad de canales.
- 15 11. La placa fría de la reivindicación 7, donde la pluralidad de paredes de barrera (258) son parte del sello y se extienden hacia abajo desde el sello, hacia la primera superficie (146) de la interfase de intercambio de calor.
12. El procedimiento de la reivindicación 4, donde la pluralidad de ranuras (252) incluye dos ranuras internas (252a) y la pluralidad de paredes de barrera (258) incluye dos paredes de barrera internas (258a).
- 20 13. El procedimiento de la reivindicación 12, donde el sello define un canal central configurado para distribuir el líquido refrigerante a la región media de la pluralidad de aletas (148), donde el canal central está posicionado entre las paredes de barrera internas (258a) alrededor de la mitad del camino a lo largo de una longitud de la pluralidad de aletas (148).
- 25 14. El procedimiento de la reivindicación 12, donde la pluralidad de paredes de barrera (258) son parte del sello y se extienden hacia abajo desde el sello, en dirección a la primera superficie (146) de la interfase de intercambio de calor.



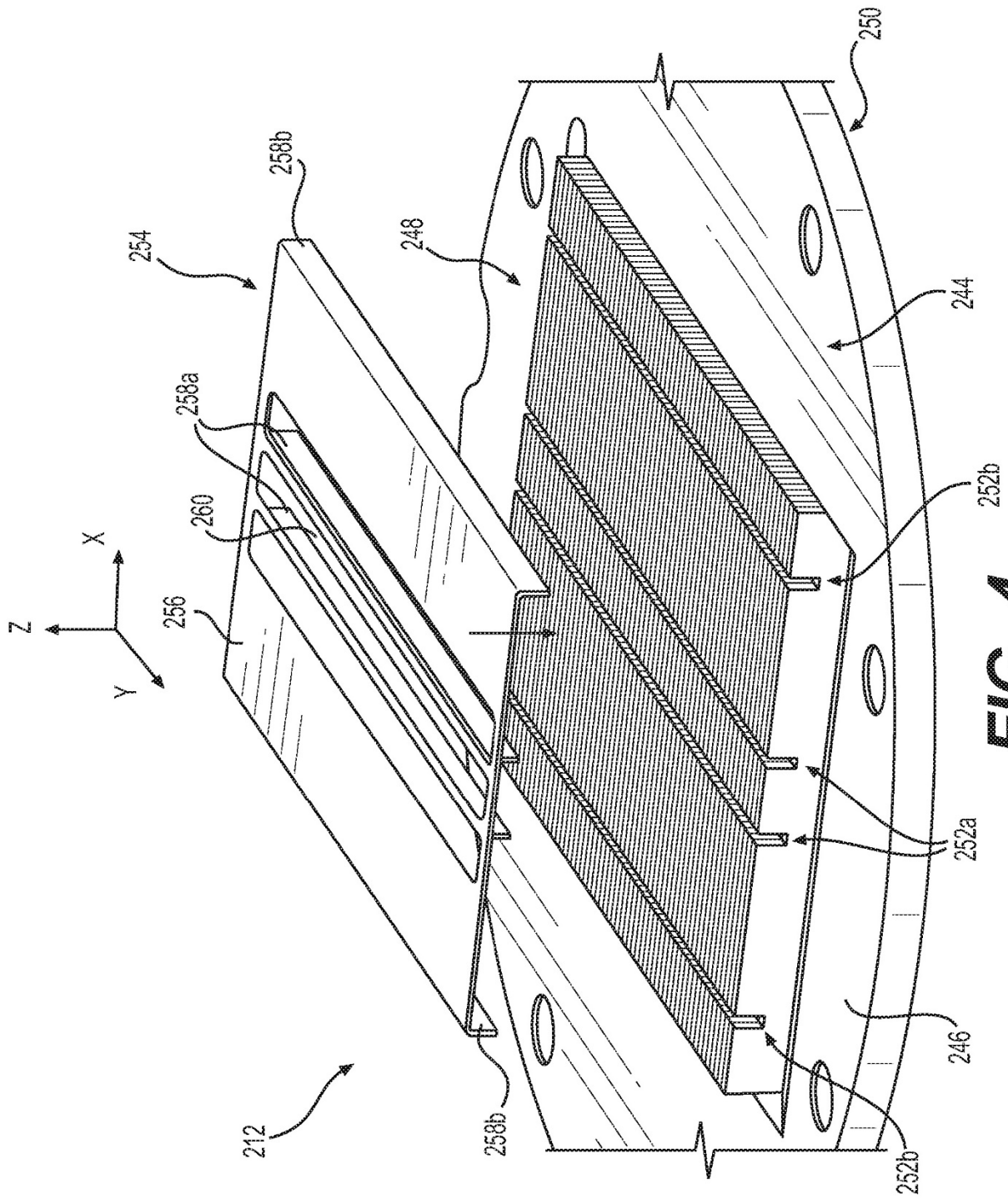
**FIG. 1**



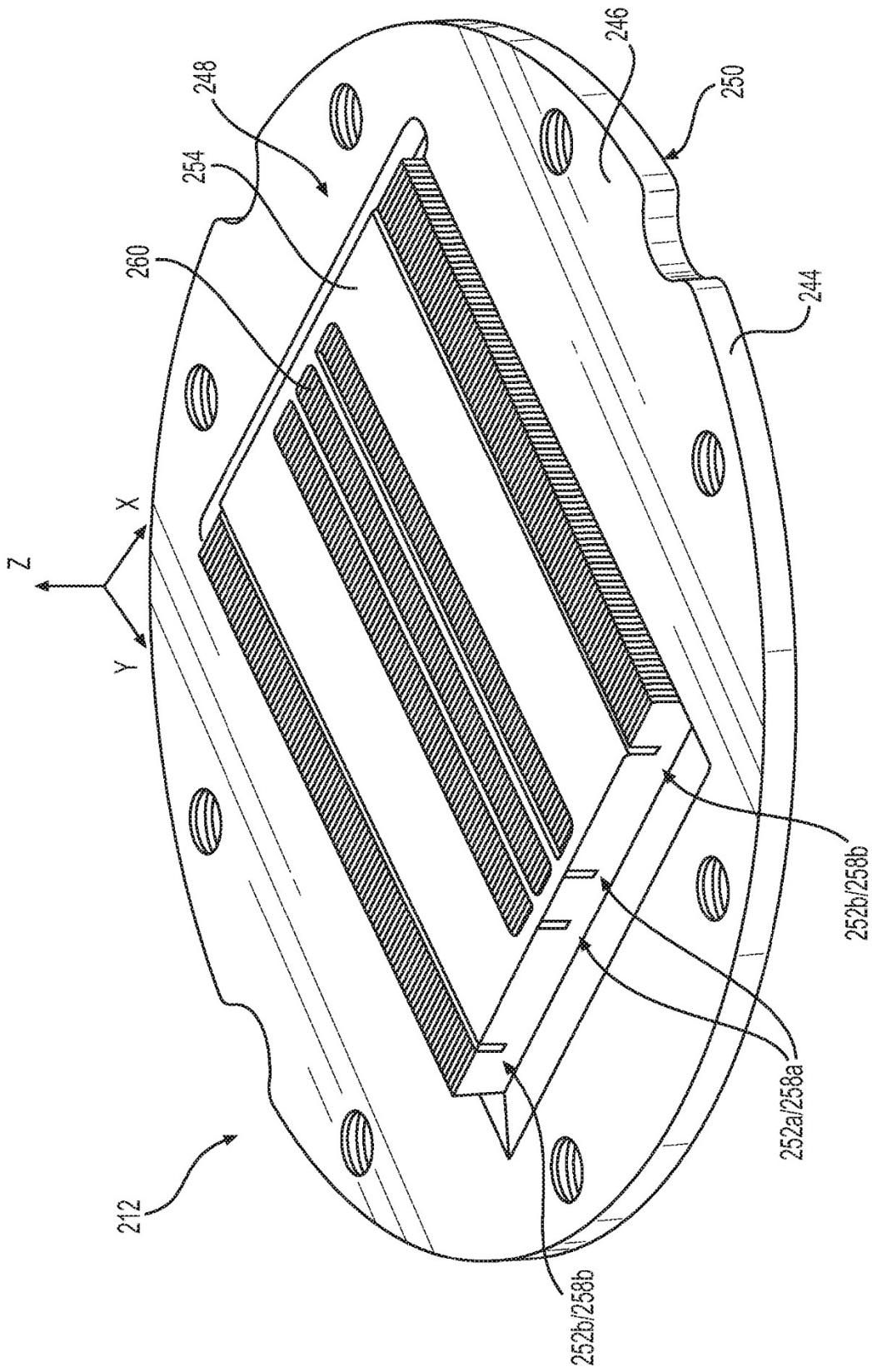
**FIG. 2**



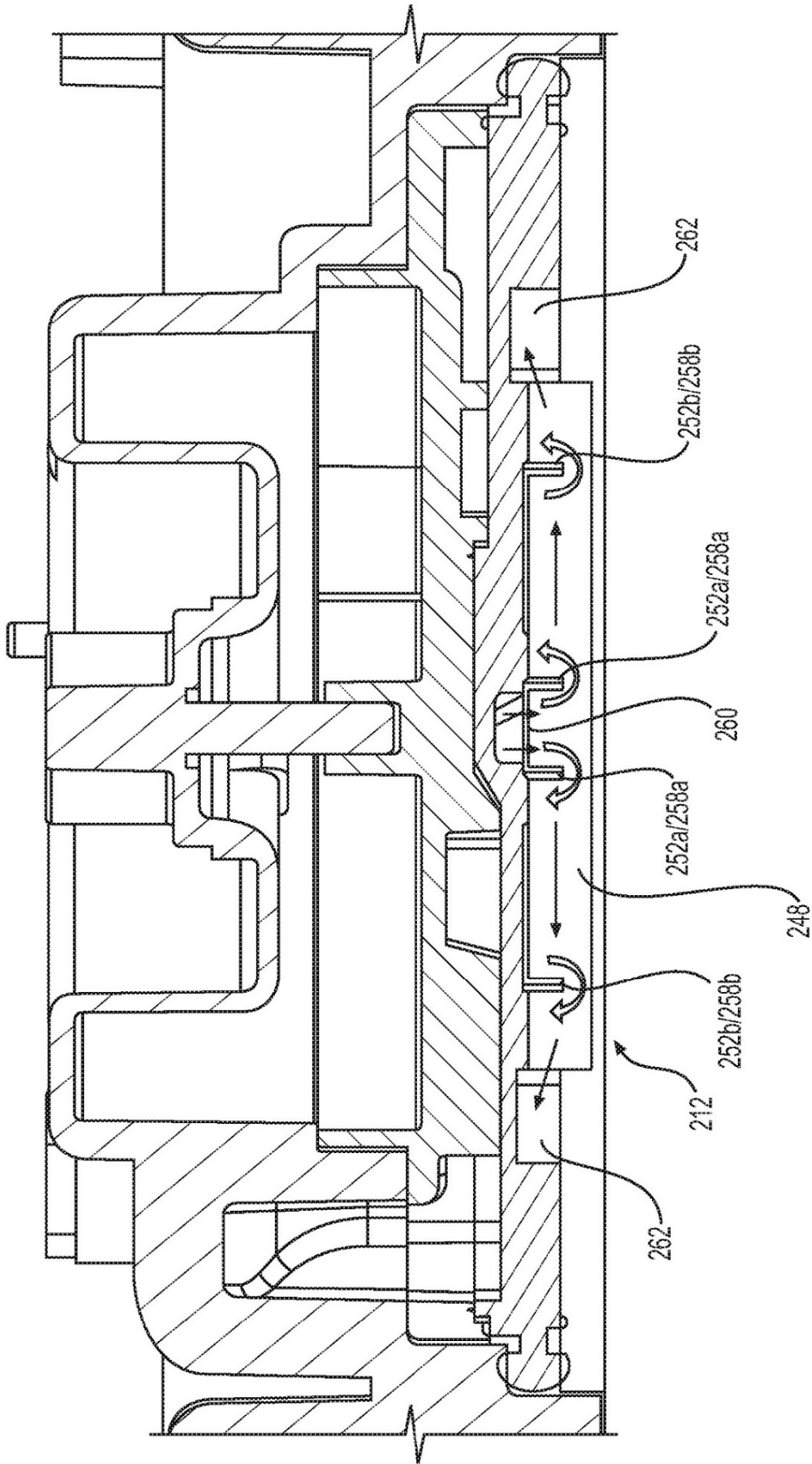
**FIG. 3**



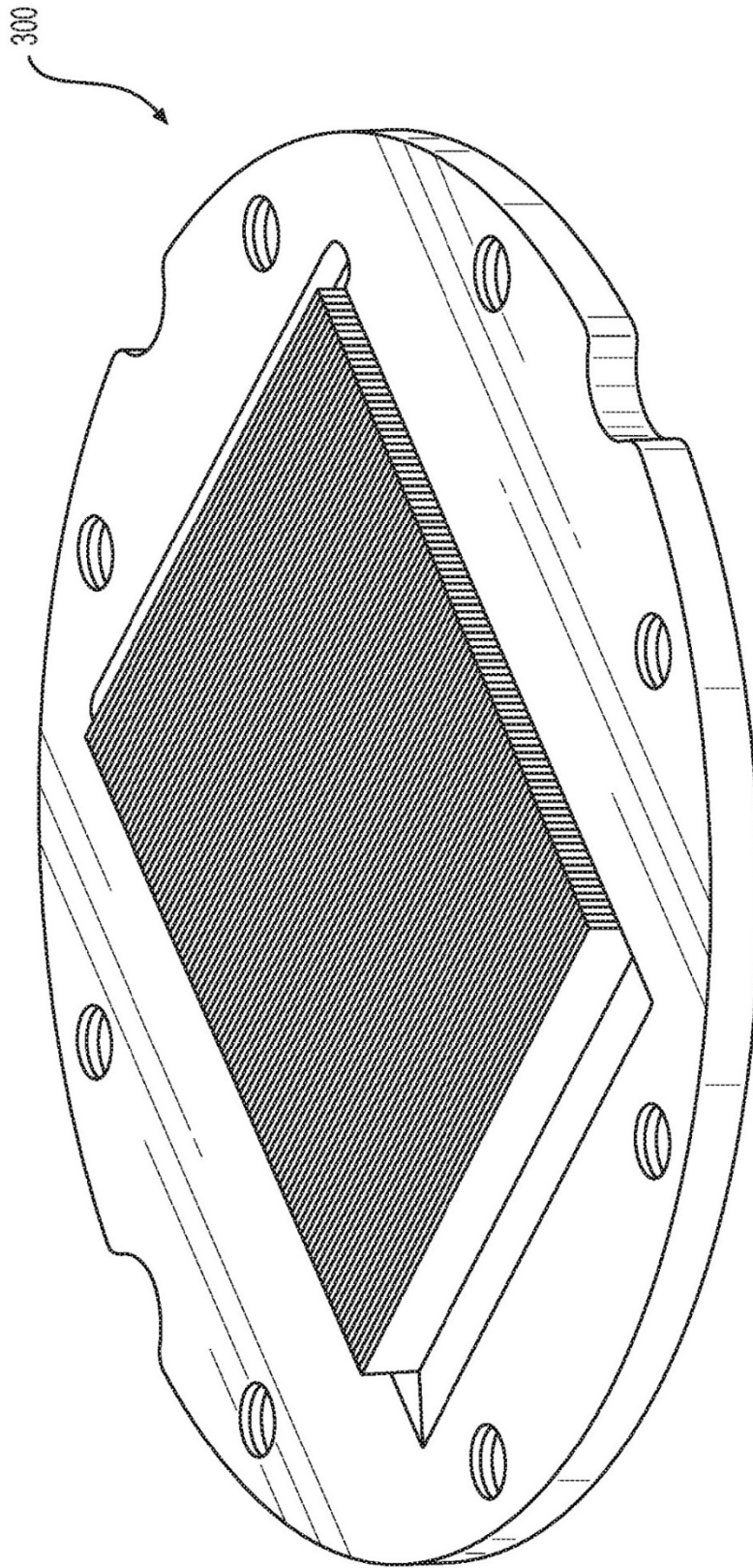
**FIG. 4**



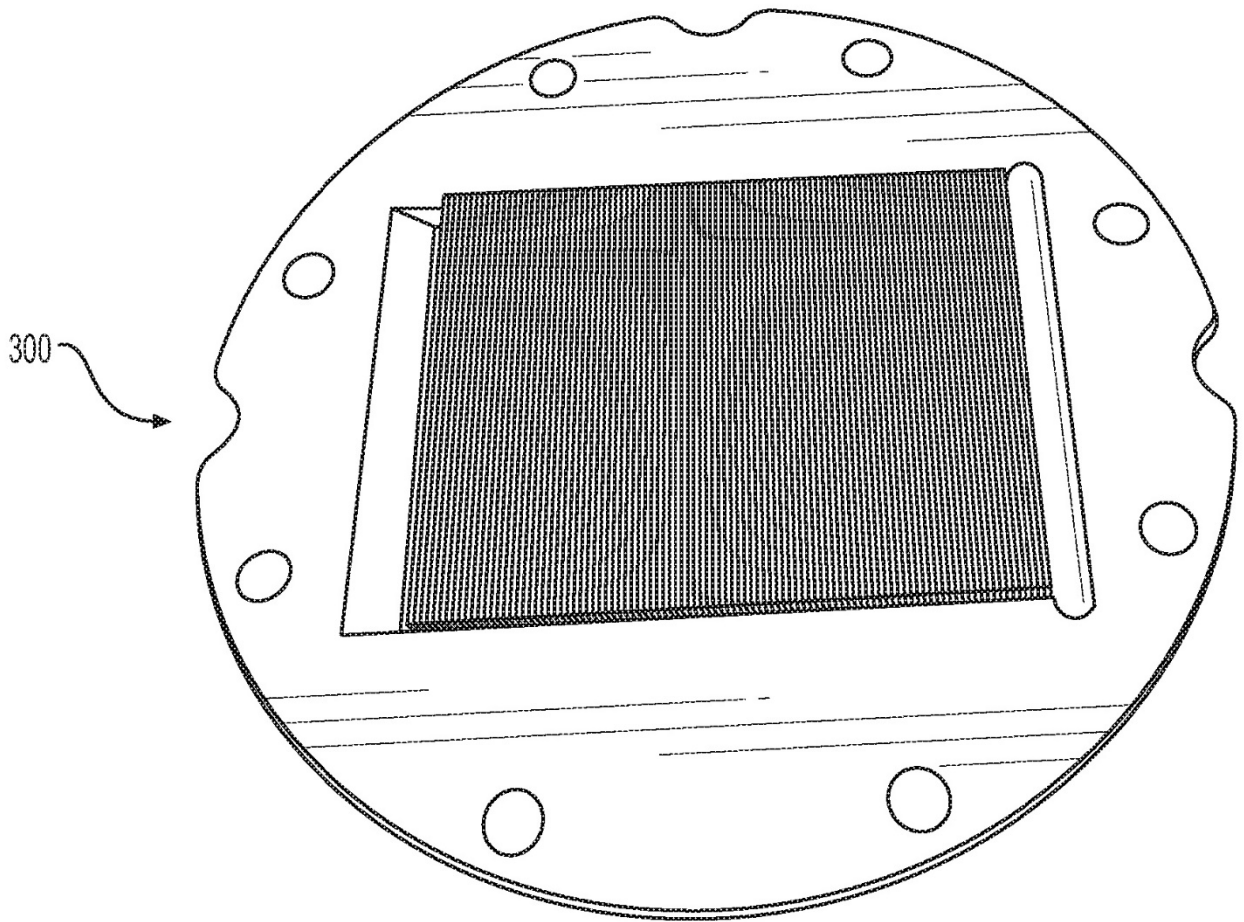
**FIG. 5**



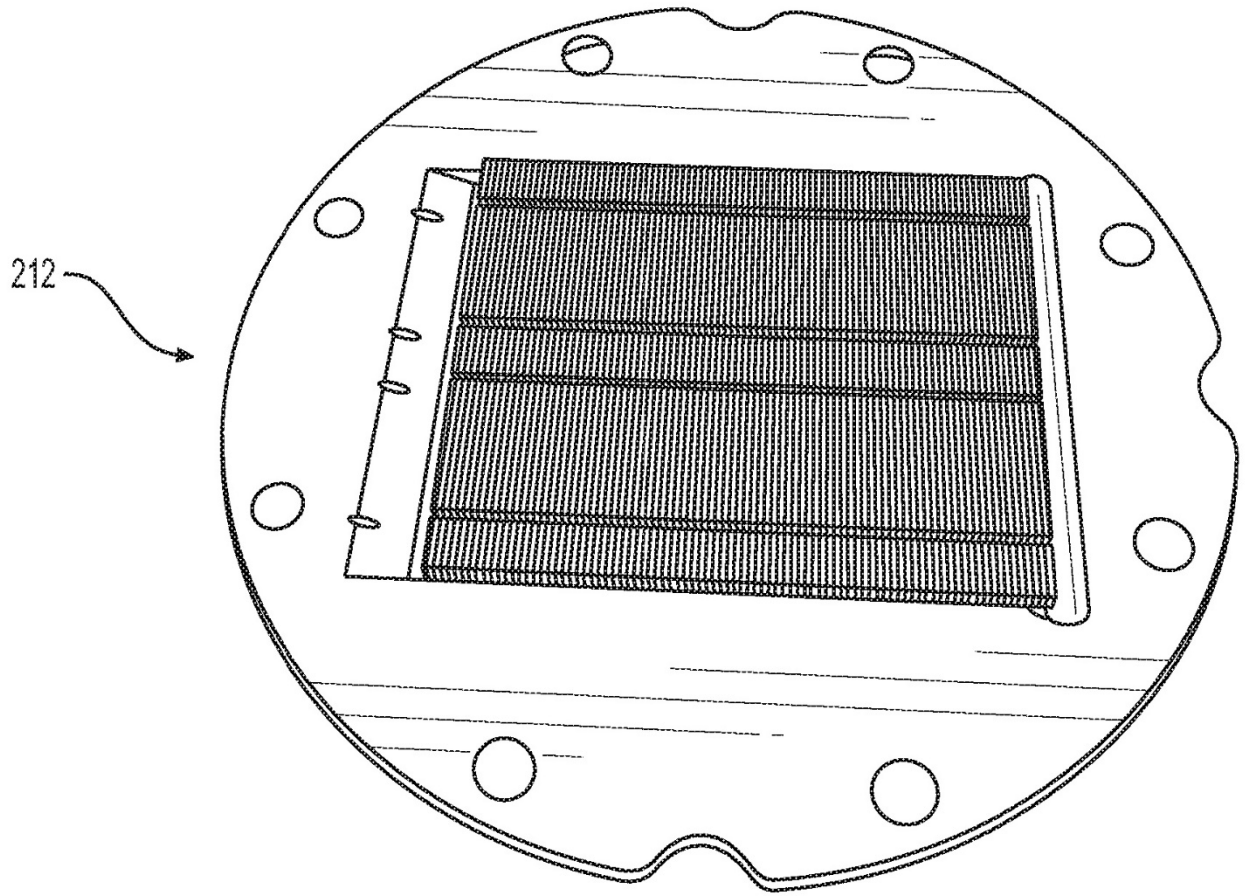
**FIG. 6**



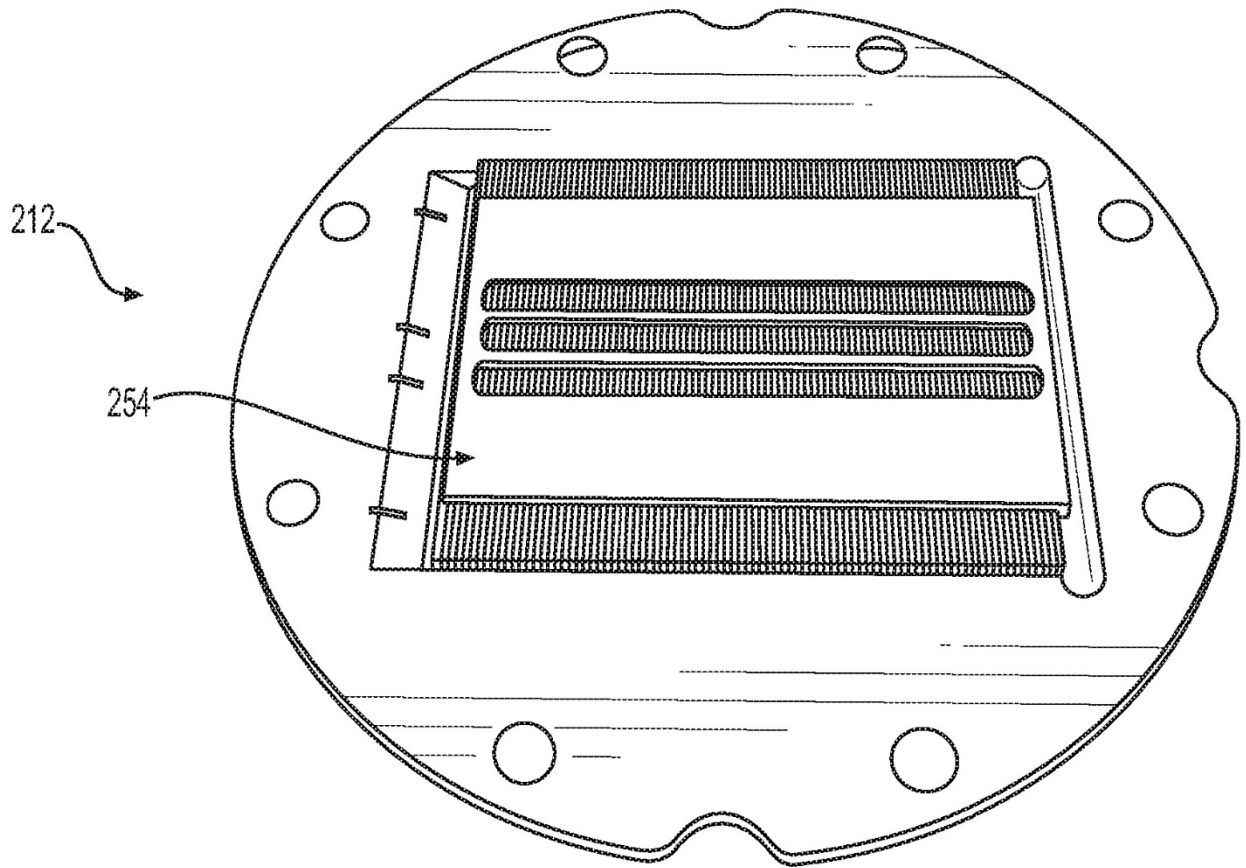
**FIG. 7**



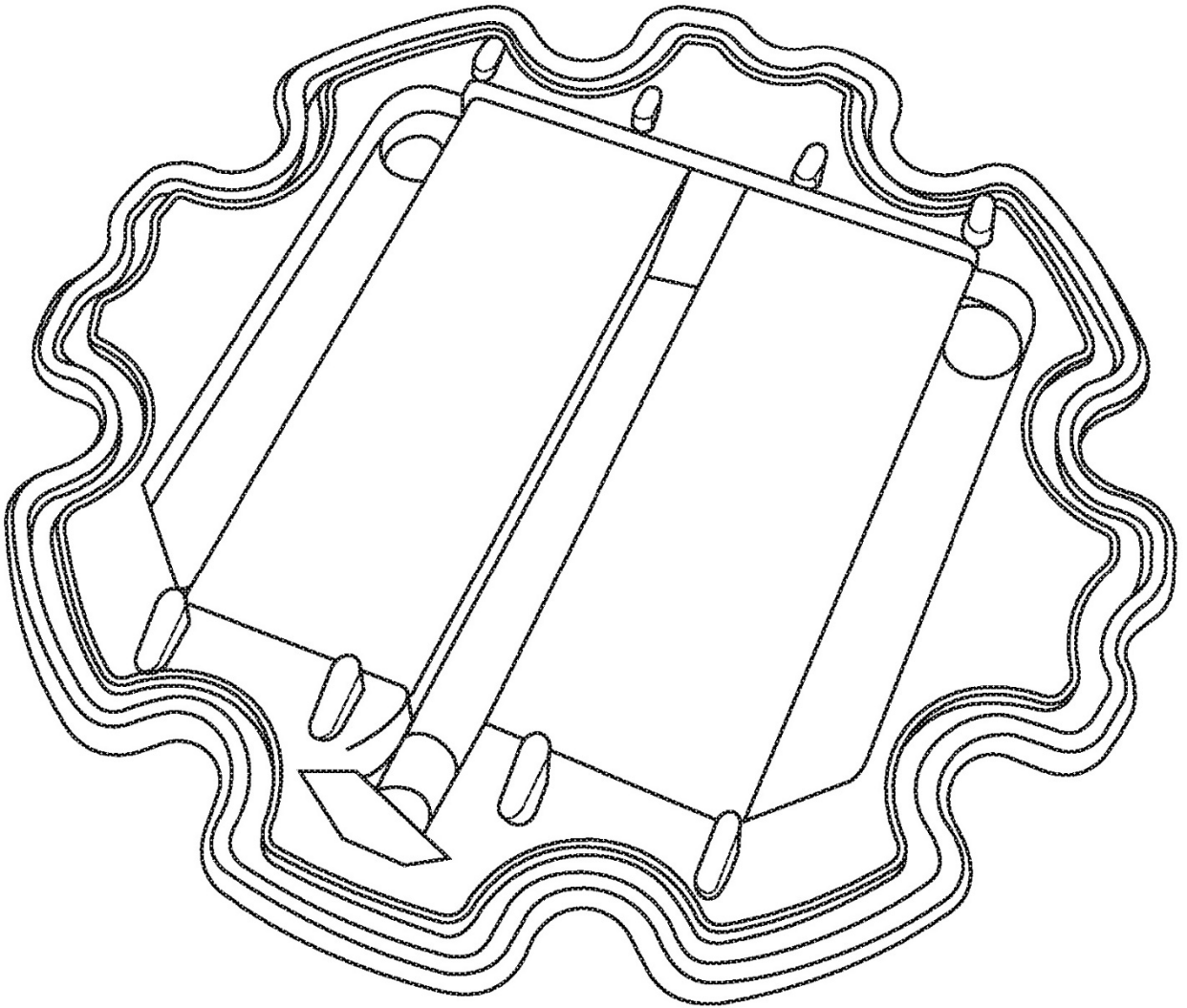
**FIG. 8**



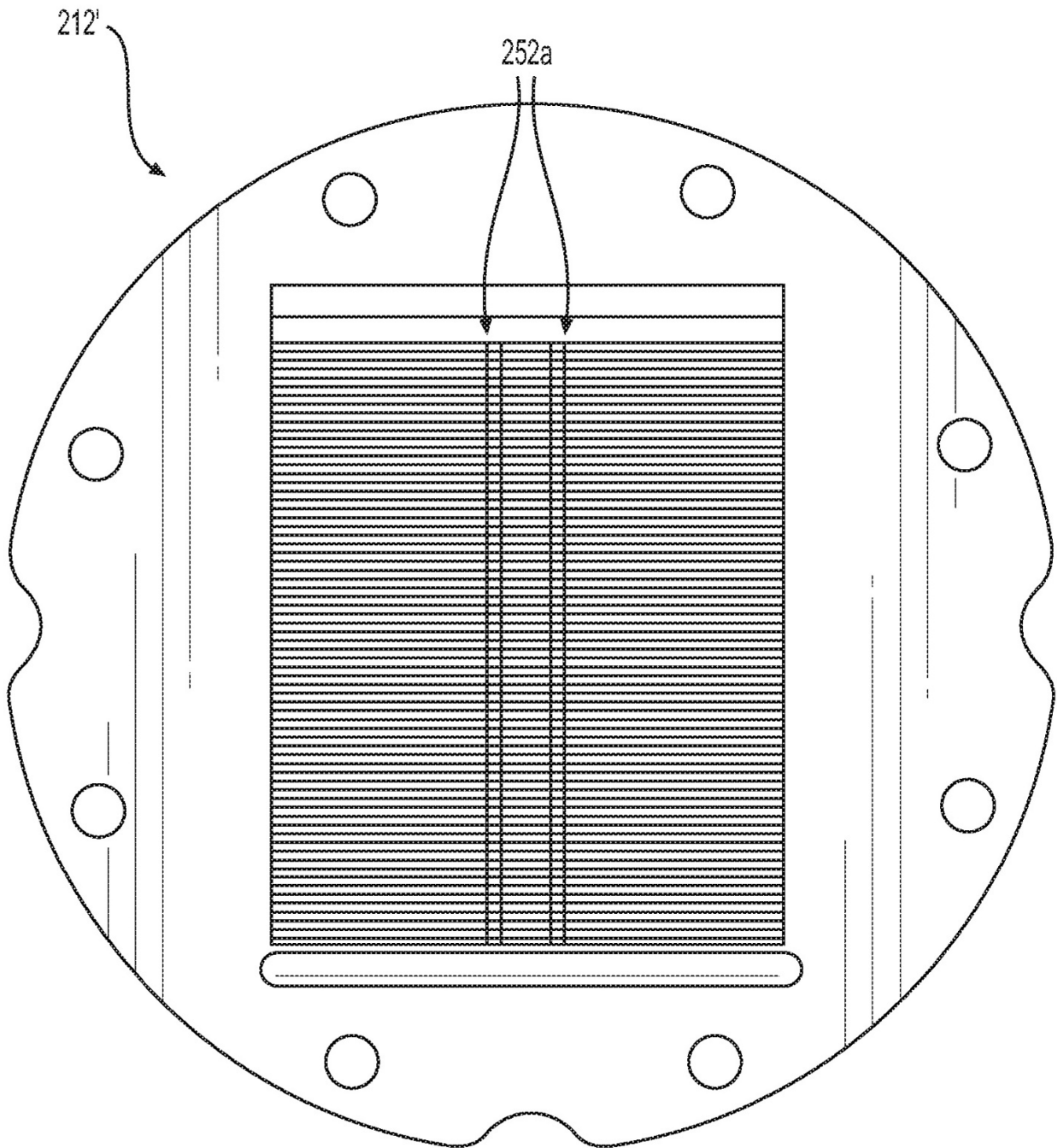
**FIG. 9**



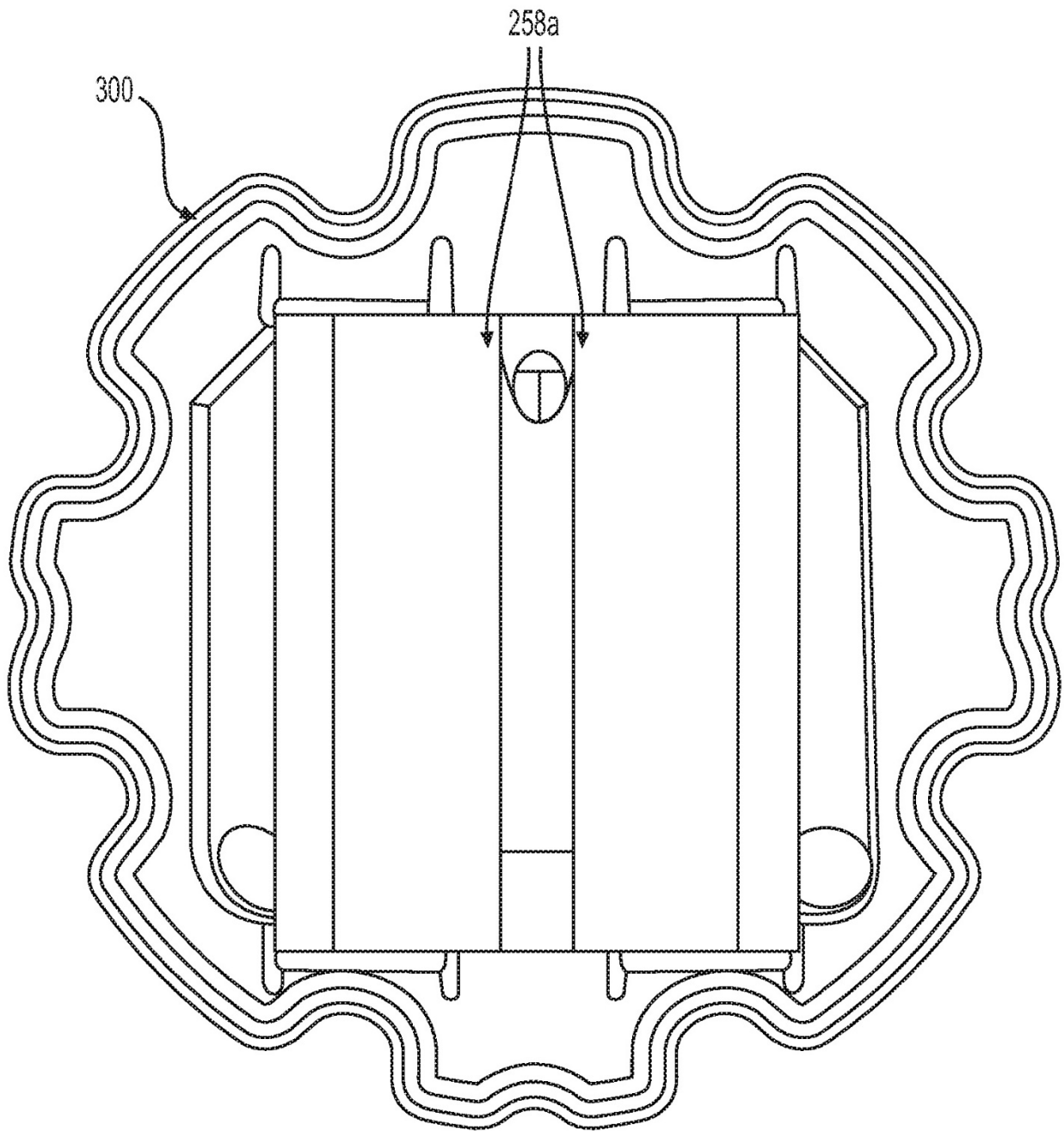
**FIG. 10**



**FIG. 11**



**FIG. 12**



**FIG. 13**