

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 423**

51 Int. Cl.:

**F25C 1/14** (2008.01)

**F28F 3/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2005 PCT/CA2005/000986**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2006 WO06000090**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2005 E 05759155 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 1766302**

54 Título: **Aparato para el intercambio de calor**

30 Prioridad:

**23.06.2004 CA 2471969**

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

**08.02.2021**

73 Titular/es:

**ICEGEN PATENT CORP. (100.0%)  
10 Wanless Avenue, Suite 201  
Toronto, ON M5H 2M5, CA**

72 Inventor/es:

**MOGILEVSKY, MIKHAIL**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 804 423 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

Aparato para el intercambio de calor

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato para el intercambio de calor para enfriar líquidos.

10 **Antecedentes de la invención**

10 Las máquinas para hacer hielo y enfriadores son bien conocidos. Este tipo de máquinas se utilizan en una serie de industrias, incluido el procesamiento de alimentos, plásticos, pesca y aplicaciones de enfriamiento en general. Los enfriadores enfrían los líquidos generalmente hasta un punto por encima de su temperatura de congelación, mientras que las máquinas para hacer hielo enfrían generalmente agua o una solución por debajo de su punto de congelación.

15 Las máquinas de hielo y los enfriadores usan un intercambiador de calor que generalmente se enfría con refrigerante que fluye a través de los conductos internos. Agua, o cualquier otro líquido a enfriar, se introduce en la superficie del intercambiador de calor. Si el líquido está congelado, se utiliza después varios métodos para eliminar el hielo de la superficie de intercambio de calor, incluyendo el uso de un dispositivo de raspado o el calentamiento temporal de la superficie para liberar el hielo. El hielo en suspensión difiere del hielo en escamas en que el agua que está congelada

20 generalmente se ha mezclado con sal, o alguna otra sustancia, para alterar el punto de congelación. El producto de mezcla resultante tiene una consistencia de granizado y puede bombearse, haciéndolo preferido para muchas aplicaciones en las que el producto final debe ser transportado. Asimismo, sus características de almacenamiento y transferencia de energía son superiores a otros tipos de hielo.

25 El documento JP H04 108173 U pretende describir un enfriador de aceite curvo. El elemento enfriador de aceite incluye una pluralidad de aletas internas, definiendo, cada una, una línea central a lo largo de la que se pretende que fluya el aceite. El flujo de aceite cambia de dirección en el límite entre las aletas internas posteriores a lo largo del elemento curvo del enfriador de aceite. La Patente de Estados Unidos n.º 5.157.939 y 5.363.659 de Lyon, así como los documentos US 5.632.159 y US 5.918.477 de Gall desvelan intercambiadores de calor en forma de disco con

30 conductos internos para que el refrigerante viaje a lo largo del interior del disco. El disco gira en contacto con un mecanismo de raspado fijo que elimina el hielo formado en su superficie. En el documento de Lyon, el disco se forma con dos mitades de disco de acoplamiento, cada uno de los que incluye una pluralidad de ranuras en su superficie interna. El patrón de las ranuras en las dos mitades son imágenes especulares, para que cuando las mitades se acoplan y unan por soldadura fuerte, las ranuras correspondientes se acoplan para formar conductos. La fabricación de este intercambiador de calor implica grabar químicamente cada mitad separada del disco, lo que es costoso.

Los dos dispositivos de Gall desvelan un dispositivo de intercambio de calor que se forma cortando conductos de fluido en una placa metálica gruesa utilizando una máquina de fresado. Una vez que se cortan los conductos, una placa plana fina se une a la placa fresada para completar el disco. Si bien fresar la placa no es tan costoso como grabarla químicamente, y en este proceso solo se mecaniza una placa en lugar de ambas, esto sigue siendo un proceso largo y costoso. En los intercambiadores de calor de disco plano de la técnica anterior, el refrigerante no entra en contacto con una porción significativa de la superficie de intercambio de calor. La razón de esto es que debe haber suficiente material entre los canales para proporcionar un área superficial lo suficientemente grande para que la soldadura fuerte resista la presión.

45 El refrigerante en los intercambiadores de calor desvelados en la técnica anterior se introduce en el intercambiador de calor a través de una única entrada y se retira a través de una única salida. El refrigerante es impulsado por el compresor a través de los conductos internos. Hay un intervalo óptimo de velocidad para el refrigerante: Si la velocidad es demasiado pequeña, la eficacia de transferencia de calor disminuye y no habrá suficiente velocidad para transportar el aceite, que se recoge del compresor. De vuelta al depósito del compresor. Si la velocidad es demasiado grande, el compresor desperdiciará energía.

50 Tener una sola única entrada y una única salida obliga a toda la masa del refrigerante a pasar a través de un área de sección transversal pequeña. Para un flujo másico fijo de refrigerante, un área de flujo transversal más pequeña corresponde a una mayor velocidad. Por tanto, al tener una sola entrada y salida, la longitud del canal y la velocidad aumentan y, por lo tanto, el trabajo del compresor que mueve el refrigerante en el sistema de la máquina de hielo aumenta significativamente. En el intercambiador de calor de la técnica anterior, la única forma de reducir la velocidad del refrigerante es aumentar el área de la sección transversal, lo que aumenta el coste de fabricación.

60 Por lo tanto, sería ventajoso tener una máquina de hacer hielo con un intercambiador de calor que tenga una menor caída de presión a través de la misma, así como una velocidad del refrigerante que pueda reducirse a un intervalo óptimo.

65 Sería aún más ventajoso tener un intercambiador de calor para su uso en un enfriador o máquina de hielo que pueda fabricarse de forma económica.

Sería más ventajoso tener un intercambiador de calor en el que los conductos de refrigerante permitan que el refrigerante entre en un mayor grado de contacto térmico con la mayoría de la superficie del disco, para mejorar la transferencia de calor.

- 5 Sería más ventajoso tener un intercambiador de calor de placa plana en el que las paredes externas fueran finas para proporcionar una alta transferencia de calor, pero que aún puedan soportar las altas presiones del refrigerante.

10 Otra necesidad es proporcionar una máquina de hacer hielo con intercambiadores de calor de placa plana que permitan raspar simultáneamente varias superficies de intercambio de calor con un solo motor de accionamiento y poca potencia adicional para cada superficie adicional.

Todavía existe la necesidad adicional de proporcionar un mecanismo de raspado para una máquina de hacer hielo que sea simple, robusto y fácil de mantener, y que requiera poco espacio para su servicio.

## 15 Sumario de la invención

La invención se refiere a un aparato para el intercambio de calor, que comprende al menos una entrada de fluido, al menos una salida de fluido, una primera placa externa y una segunda placa externa, y una capa interna. La capa interna está sellada entre la primera y la segunda placa externa. La capa interna define, al menos en parte, al menos una serie de canales de fluido. Cada canal de fluido está en parte definido por la superficie interna de una de las placas externas y por la capa interna. La al menos una serie de canales de fluido constituye al menos una trayectoria de flujo entre la al menos una entrada de fluido y la al menos una salida de fluido.

25 La capa interna está sellada entre la primera y la segunda placa externa. La capa interna define, al menos en parte, al menos una trayectoria de flujo entre la al menos una entrada de fluido y la al menos una salida de fluido. La capa interna incluye una pluralidad de secciones que definen cada una uno o más segmentos de la trayectoria de flujo. Las secciones se acoplan juntas en una configuración de tipo rompecabezas para formar una porción de flujo de la capa interna.

30 Otros aspectos y ventajas del dispositivo se harán evidentes a partir de la siguiente Descripción detallada y de los dibujos adjuntos.

## Breve descripción de los dibujos

35 La Figura 1 es una vista frontal transparente de un intercambiador de calor de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 1a es una vista transparente del intercambiador de calor mostrado en la Figura 1, con canales de flujo individuales eliminados por claridad para ilustrar las trayectorias de flujo tomadas por el refrigerante a través del intercambiador de calor.

40 La Figura 2 es una vista frontal, parcialmente en líneas discontinuas, de una máquina de hacer hielo de acuerdo con otra realización de la presente invención, que incorpora el intercambiador de calor mostrado en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 3-3 de la Figura 2.

La Figura 4 es una vista lateral de un dispositivo de raspado para raspar un lado de una placa.

La Figura 5 es una vista del extremo de una placa base, conectando el dispositivo de raspado al eje.

45 La Figura 6A es una vista superior de la banda superior desde el dispositivo de raspado en la Figura 4 con un raspador conectado al mismo.

La Figura 6B es una vista superior de la banda superior de la Figura 6A sin los raspadores.

La Figura 6C es una vista superior de una banda intermedia de un raspador. La Figura 6D es una vista superior de la banda inferior de un raspador.

50 La Figura 7 es una vista lateral de un eje de pivote, conectando el raspador a la banda.

La Figura 8 es una vista lateral del dispositivo de raspado utilizado entre dos placas.

La Figura 9A es una vista superior de la banda desde el dispositivo de raspado de la Figura 7 con un par de raspadores conectados al mismo.

La Figura 9B es una vista superior de la banda de la Figura 9A sin los raspadores.

55 La Figura 10 es una vista lateral del tubo de pulverización utilizado con el dispositivo de raspado de la Figura 8.

La Figura 11 es una vista superior de las secciones en una disposición alternativa de tipo rompecabezas entre las placas.

La Figura 11a es una vista transparente del intercambiador de calor mostrado en la Figura 11, con canales de flujo individuales eliminados por claridad para ilustrar las trayectorias de flujo tomadas por el refrigerante a través del intercambiador de calor.

60 La Figura 12a es una vista lateral en sección ampliada de una porción del intercambiador de calor mostrado en la Figura 1.

La Figura 12b es una vista lateral en sección ampliada de una configuración alternativa de la porción del intercambiador de calor mostrado en la Figura 12a.

65 La Figura 13 es una vista superior de las secciones de otra disposición alternativa de tipo rompecabezas entre las placas.

La Figura 14 es una vista superior de las secciones en disposición de tipo rompecabezas cuando el dispositivo tiene solo una entrada y una salida.

La Figura 14a es una vista transparente del intercambiador de calor mostrado en la Figura 14, con canales de flujo individuales eliminados por claridad para ilustrar las trayectorias de flujo tomadas por el refrigerante a través del intercambiador de calor.

La Figura 15 es una vista superior de otra disposición tipo rompecabezas de las secciones cuando solo hay una entrada y una salida.

La Figura 16 es una vista frontal de una realización alternativa de la máquina de hielo en la que los intercambiadores de calor están situados horizontalmente.

La Figura 17 es una vista superior de la disposición de bandeja colectora y barredor de la realización horizontal.

La Figura 18 es una vista superior del dispositivo de raspado para su uso con placas horizontales.

La Figura 19 es una vista lateral de un par de raspadores para raspar simultáneamente dos placas horizontales.

La Figura 20 es una vista lateral de un único elemento de raspado para raspar una placa horizontal.

La Figura 21 es una vista superior del elemento de raspado que está en contacto con la placa horizontal.

La Figura 22 es una vista en perspectiva parcialmente transparente de una máquina de hacer hielo,

La Figura 22a es una vista lateral del alojamiento mostrado en la Figura 22.

### Descripción detallada de la realización

Se hace referencia a la Figura 3, que muestra una máquina de hacer hielo 10. La máquina de hacer hielo 10 comprende una pluralidad de intercambiadores de calor de placa plana 12 dentro de un marco de soporte 14, un sistema de raspado 15 y un sistema de suministro de líquido 17. Con referencia a la Figura 12a, cada intercambiador de calor está formado por una primera placa externa 42, una segunda placa externa 44 y una capa interna 45 colocada entre la primera y la segunda placas externas 42 y 44. La capa interna 45 incluye una pluralidad de porciones de pared 47, cada una de las que tiene dos bordes longitudinales 49. A lo largo de uno o ambos bordes longitudinales 49, una porción de pie 51 puede unirse integralmente a la porción de pared 47. La una o más porciones de pie 51 unen las porciones de pared 47 a una o ambas de las placas externas 42 y 44. Cuando se unen a las placas externas 42 y 44, las porciones de pared 47 se separan y definen canales de flujo 53, que se utilizan para el transporte de un refrigerante a través del intercambiador de calor 12. Los canales 53 están dispuestos para proporcionar una trayectoria de flujo del refrigerante entre una o más entradas de refrigerante 32 y una o más salidas de refrigerante 34. En la realización a modo de ejemplo mostrada en la Figura 1, se muestra el intercambiador de calor 12 que tiene dos entradas 32 y dos salidas 34, sin embargo, es, alternativamente, posible que el intercambiador de calor 12 tenga menos o más entradas 32 y salidas 34.

Se entiende que una trayectoria de flujo comprende todos los canales formados por el intercalado entre las placas externas y la capa interna que van de una entrada de fluido a una salida de fluido cooperante. Por el contrario, la expresión "segmento" de la trayectoria de flujo se utiliza para definir una porción de la trayectoria de flujo entre una entrada y una salida, entendiéndose que solo una serie de canales adyacentes que están alineados en disposición paralela a lo largo de la trayectoria de flujo (a través de todas las secciones de la capa interna que participan en el segmento de la trayectoria de flujo) pertenecen al mismo segmento.

Se hace referencia a la Figura 1a. Al unir la porción de pared 47 a las placas externas 42 y 44 usando las porciones de pie 51, se obtienen varias ventajas. Una ventaja es que la porción de pared 47 puede hacerse relativamente fina, de modo que un número relativamente mayor de porciones de pared 47 y porciones de pie asociadas 51 pueden colocarse entre las placas externas 42 y 44. Esto a su vez proporciona un número relativamente mayor de miembros estructurales entre la primera y la segunda placa externa 42 y 44. Esto, a su vez, configura el intercambiador de calor 12 para resistir la deformación del intercambiador de calor cuando el refrigerante circula a través de los canales 53 bajo presión.

Se puede esperar que el intercambiador de calor 12 esté presurizado entre aproximadamente 207 kPa (30 psig) y aproximadamente 2070 kPa (300 psig), y por tanto puede configurarse para soportar al menos hasta aproximadamente 2070 kPa (300 psig). Sin embargo, en algunas jurisdicciones, se puede requerir que el intercambiador de calor 12 resista presiones superiores a su presión interna máxima esperada durante su uso. Por ejemplo, el intercambiador de calor 12 puede configurarse para soportar hasta aproximadamente 3100 kPa (450 psig) para cumplir con las regulaciones locales en algunas jurisdicciones.

Al tener porciones de pared relativamente finas 47, las áreas superficiales generales de las placas 42 y 44 que están en contacto con las porciones de pared 47 son relativamente bajas. Esto permite un área superficial de contacto relativamente mayor entre las placas 42 y 44 y los canales 53, lo que facilita el mantenimiento de las placas 42 y 44 a las temperaturas seleccionadas. El espesor de las porciones de pared 47 se muestra en Tw. El espesor Tw puede ser, por ejemplo, aproximadamente 0,2 mm (0,008"). La anchura del canal entre pares adyacentes que definen canales de porciones de pared 47, se muestra en Wc, y puede ser de aproximadamente 4,8 mm (3/16"). Se entiende que la anchura Wc del canal no tiene que ser uniforme y que la expresión "anchura del canal" se refiere a la porción del canal 53 en la que hay una interfaz de contacto de fluido con las placas externas 42 y 44.

La relación entre el espesor de la porción de pared Tw y la anchura Wc del canal puede ser inferior a aproximadamente

1:8, es más preferentemente entre aproximadamente 1:18 y aproximadamente 1:25, más preferentemente menos de aproximadamente 1:20, y puede estar entre aproximadamente 1:20 y aproximadamente 1:25, como por ejemplo aproximadamente 1:22,5.

5 Al tener un número relativamente mayor de miembros estructurales (es decir, las porciones de pared 47) entre la primera y segunda placas 42 y 44, Los espesores de la primera y segunda placas 42 y 44 pueden mantenerse relativamente bajos. Los espesores de la primera y segunda placas 42 y 44 se muestran en Tp1 y Tp2 respectivamente. Los espesores Tp1 y Tp2 pueden ser cada uno de aproximadamente 3 mm (0,120") o menos.

10 Las porciones de pie 51 que están conectadas a las porciones de pared 47 tienen un espesor Tf, que puede ser igual al espesor Tw de las porciones de pared 47. Las porciones de pie 51 son preferentemente relativamente finas, de modo que interfieren relativamente poco en el enfriamiento del material depositado en las superficies externas de las placas externas 42 y 44. Las porciones de pie 51 permiten la unión de las porciones de pared 47 a la primera y segunda placas externas 42 y 44 sobre un área superficial relativamente grande, proporcionando así una junta relativamente segura y sellada, mientras se permite te simultáneamente que las porciones de pared 47 sean relativamente finas.

15 Las porciones de pared 47 y las porciones de pie 51 se pueden formar integralmente juntas en una sección 40 de material de lámina corrugada. Una pluralidad de tales secciones 40 se pueden unir para que los canales 53 dirijan el refrigerante a lo largo de un conjunto de trayectorias de flujo paralelas seleccionadas entre las entradas 32 y las salidas 34. Se puede hacer que las trayectorias de flujo sean generalmente serpentinadas para aumentar la cantidad de transferencia de calor que tiene lugar por unidad de volumen de refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor 12. El término 'serpentina' se usa para referirse a un segmento de trayectoria de flujo en el que la dirección es gradualmente (usando una pluralidad de interfaces de 90 a 180 grados en los bordes de la sección) o inmediatamente (usando al menos una interfaz de sección de ángulo agudo) parcialmente invertida al menos una vez en un patrón de tipo v, y generalmente varias veces en un patrón ondulado. Por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 13, el patrón de canales de tipo v en las interfaces de sección puede repetirse varias veces en un solo segmento de trayectoria de flujo.

20 Hacer la capa interna 45 a partir de una pluralidad de secciones de acoplamiento 40 de material de lámina corrugada proporciona una trayectoria seleccionada para las trayectorias de flujo, proporciona una estructura de pared relativamente fina, tanto en términos de las porciones de pared 47 como en términos de las placas externas 42 y 44, y proporciona también una forma relativamente económica de incorporar estas características ventajosas en el intercambiador de calor 12. Las secciones 40 se acoplan en una configuración de tipo rompecabezas, aunque sus formas en la vista en planta no se limitan de ninguna manera a las formas tradicionales de piezas de rompecabezas.

25 El término "corrugado" se usa ampliamente para definir un patrón ondulado de pliegues que sirve para definir la altura y la anchura de los canales a través de los que fluye el fluido a través del intercambiador de calor. La forma formada por los pliegues es importante en la medida en que define las dimensiones del canal que incluye una superficie al menos parcialmente coplanar con respecto a las placas externas 42 y 44. Esta superficie coplanar, referida en el presente documento como las porciones de pie 51 de las paredes de canal, tiene una anchura Wf que se relaciona con una superficie de contacto disponible suficiente para formar una junta con las placas externas 42 y 44, cuando la capa de material de lámina corrugada se une de forma sellada a las placas externas, por ejemplo, mediante una soldadura fuerte. Esta área de contacto se maximiza cuando los pliegues se forman a 90 grados, sin embargo, se apreciará que los pliegues que tienen un perfil parcialmente curvilíneo podrían usarse para beneficiarse aunque con una superficie de contacto algo menor. Se apreciará que cuanto más pequeñas sean las porciones de pie 51, mayor será el área superficial de contacto que existe directamente entre el refrigerante y la placa externa 42 o 44 (véase Figura 12b). Por tanto, la configuración de las corrugaciones se puede seleccionar para proporcionar una compensación seleccionada entre la cantidad de área superficial de sellado y la cantidad de contacto directo de fluido con la placa externa que se desea.

30 Una configuración seleccionada de las secciones 40 se proporciona en la Figura 1. Las configuraciones adicionales de las secciones 40 que proporcionan diferentes trayectorias de flujo entre una o más entradas 32 y una o más salidas 34 se muestran en las Figuras 11, 13, 14 y 15. Más específicamente, las Figuras 1, 11 y 13 muestran un intercambiador de calor 12 con un conjunto de trayectorias de flujo entre dos entradas 32 y dos salidas 34. Las Figuras 14 y 15 muestran un intercambiador de calor 12 con un conjunto de trayectorias de flujo entre una entrada 32 y una salida 34.

35 Cada sección 40 puede cortarse en un ángulo distinto de cero con respecto a una o más secciones adyacentes 40, para que cuando las secciones se unan a lo largo de sus bordes externos, los canales 53 formados por las corrugaciones cambien de dirección de una sección 40 a la otra sección 40. La segunda sección 40 hace tope con en otra sección 40 para cambiar la dirección del flujo nuevamente, y así sucesivamente, para establecer una trayectoria de flujo general de la entrada 32 a la salida 34. Cada sección 40 puede incluir todos los canales contiguos y paralelos en cualquier punto dado, o una sección 40 puede incluir trayectorias de flujo paralelas en direcciones opuestas entre sí.

40 La capa interna 45 puede incluir un anillo externo 48 para unir de forma sellada la primera y segunda placas 42 y 44 juntas alrededor de sus periferias externas para evitar la fuga de refrigerante desde las periferias externas del

intercambiador de calor 12. Se pueden proporcionar pestañas de montaje con abertura 50 alrededor del anillo externo 48 para el montaje del intercambiador de calor 12 en el marco de soporte 14. Las pestañas 50 pueden recibir a su través barras de unión 100 (Figura 3) que se montan en el marco 14. Se pueden proporcionar separadores 22 en las barras de unión 50 entre pares adyacentes de intercambiadores de calor 12 y entre los intercambiadores de calor 12 y el marco 14 para fijar uno o más intercambiadores de calor 12 en posiciones seleccionadas. El anillo externo 48 puede extenderse alrededor de la porción de canal de la capa interna 45 (es decir, las secciones 40), y también alrededor de las entradas 32 y salidas 34.

El término "sellado" se usa para referirse a una propiedad de un intercalado de tres capas (es decir, las dos placas externas 42 y 44 y la capa interna 45) que impide el escape del medio de intercambio de calor (por ejemplo, refrigerante) de las tres capas intercaladas cuando se hay altas presiones, tales como presiones en el intervalo de entre aproximadamente 340 kPa (50 psig) a aproximadamente 2070 kPa (300 psig). Particularmente cuando el medio es un refrigerante, es importante unir las capas de una manera tan sellada para evitar preocupaciones ambientales sobre el escape de refrigerante del intercambiador de calor 12.

El intercambiador de calor 12 puede tener una abertura de paso de eje 55 a través del mismo, lo que permite que el eje de accionamiento 16 que forma parte del sistema raspador 15 pase a través del mismo para conectarse a los raspadores 26 a ambos lados del intercambiador de calor 12. Se contempla que para algunas realizaciones, por ejemplo, cuando el intercambiador de calor se usa como enfriador, entonces el intercambiador de calor 12 no necesita tener la abertura 55 que pasa por del eje.

La capa interna 45 incluye un anillo interno 46 que une de forma sellada las primera y segunda placas 42 y 44 juntas a lo largo de sus periferias internas alrededor de la abertura de paso 55, para evitar la fuga de refrigerante desde las periferias internas del intercambiador de calor 12.

Cada uno de los componentes del intercambiador de calor, incluyendo la primera y segunda placas 42 y 44, los anillos interno y externo 46 y 48 y las secciones 40, pueden hacerse de un material adecuado, como un material metálico.

La unión del anillo externo 48, el anillo interno 46 y las porciones de pie 51 a las placas externas 42 y 44 puede llevarse a cabo por cualquier medio adecuado, como la soldadura fuerte.

Una trayectoria de flujo a modo de ejemplo a través de la disposición de tipo rompecabezas de las secciones 40 puede describirse como sigue, con referencia a las Figuras 1 y 1a: El refrigerante ingresa al intercambiador de calor 12 a través de la entrada mostrada en 32a y viaja a lo largo de la sección 40a hacia el anillo interno 46. Después de viajar por la sección 40a, una porción del refrigerante se dirige desde el extremo de los canales 53 en la sección 40a a la sección 40b, cambiando de dirección y viajando a lo largo del anillo interno 46. Desde la sección 40b, el refrigerante fluye hacia la sección 40c, y hasta la sección 40d, en la que el fluido cambia de dirección y se aleja del anillo interno 46 durante un breve período. El refrigerante fluye desde la sección 40d de vuelta a la sección 40c a lo largo de un conjunto diferente de canales que se tomaron a través de la sección 40c hacia la sección 40d. De la sección 40c, el refrigerante regresa a la sección 40b y después a la sección 40a. Como se puede ver por las flechas de flujo 52, el refrigerante continúa pasando a través de las secciones 40 hasta que alcanza la salida mostrada en 34a. La trayectoria de flujo que se muestra entre la entrada 32a y 34a atraviesa una cuarta parte del intercambiador de calor 12 mostrado en la Figura 1. Se notará que una parte del refrigerante que ingresa al intercambiador de calor 12 fluye también a la salida mostrada en 34b en otra cuarta parte del intercambiador de calor 12. El refrigerante fluye también en un patrón similar a través de la entrada mostrada en 32b, a cada una de las salidas 34a y 34b.

Se notará que al menos en algunas de las secciones 40, como la sección 40b, el refrigerante viaja a lo largo de algunos canales 53 en una dirección, y a lo largo de otros canales en la dirección opuesta.

Adicionalmente, se observará que, en las articulaciones entre al menos algunos pares de secciones adyacentes, tal como la junta entre una porción de las secciones 40d y 40c, los canales 53 se encuentran en ángulos agudos, de modo que el refrigerante fluya de nuevo sobre sí mismo hasta cierto punto. Al proporcionar al menos algunas de las juntas entre secciones adyacentes mediante las que los canales 53 se encuentran en ángulos agudos, se puede proporcionar una trayectoria de flujo en serpentina.

También se notará que, en algunas otras articulaciones entre al menos algunos pares de secciones adyacentes, como la junta entre las secciones 40b y 40c, los canales 53 se encuentran en ángulos obtusos. Dichas juntas pueden proporcionarse entre pares sucesivos de secciones adyacentes 40 para permitir un cambio de dirección relativamente gradual en la trayectoria de flujo del refrigerante de una dirección a otra. Por ejemplo, la trayectoria de flujo proporcionada por el intercambiador de calor 12 en las Figuras 14 y 14a incluye solo juntas en ángulo obtuso entre pares adyacentes de secciones 40. En el intercambiador de calor 12 mostrado en las Figuras 14 y 14a, la trayectoria de flujo global tiene una forma que sigue la forma generalmente anular del intercambiador de calor 12 y no se dobla sobre sí misma. Al proporcionar al menos algunas juntas en las que los canales 53 se encuentran en ángulos obtusos en secciones adyacentes 40, Se reduce la caída de presión incurrida en el cambio global en la dirección del flujo.

Al proporcionar dos entradas 32 y dos salidas 34, la distancia total recorrida por cada cuarta parte del refrigerante está

limitada a un solo cuadrante del intercambiador de calor. Esto reduce la caída de presión general experimentada por el flujo total de refrigerante a través del intercambiador de calor, puesto que la caída de presión varía proporcionalmente con la longitud de la trayectoria recorrida por el refrigerante.

5 Existen compensaciones bien conocidas en la técnica al aumentar la longitud de la trayectoria del refrigerante. Por un lado, longitudes más largas aumentan el tiempo que el refrigerante tiene para eliminar el calor del material con el que entra en contacto, haciendo su transferencia de calor más eficaz. Las trayectorias más cortas reducen la presión requerida para mover el refrigerante y, por lo tanto, hacen que el compresor o lo que sea que esté impulsando el flujo de refrigerante trabaje menos duro. Se pueden usar muchas disposiciones de tipo rompecabezas de las secciones 40  
10 en el intercambiador de calor 12. Se ha encontrado que las disposiciones que se muestran en la Figura 1 y la Figura 13 optimizan la compensación entre longitudes de trayectorias más cortas y más largas para varias unidades de tamaño, mientras proporciona cobertura total del área superficial de la placa.

15 La capa interna 45 comprende una porción límite externa, que se compone del anillo externo 48, una porción de flujo, que puede estar formada por las secciones 40 de chapa ondulada, y opcionalmente una porción de límite interna, que está formada por el anillo interno opcional 46. La porción de flujo puede cubrir un área que está entre aproximadamente el 50 % y aproximadamente el 95 % del área de la capa interna 45, dependiendo de ciertos factores, tal como si el intercambiador de calor 12 tiene o no una abertura 55 que pasan por del eje y el tamaño total del intercambiador de calor 12. En algunas realizaciones, la porción de flujo puede cubrir entre aproximadamente el 75 % y aproximadamente el 90 % del área de la capa interna 45, y preferentemente al menos aproximadamente el 85 % del área de la capa interna 45, y más preferentemente al menos el 88 % del área de la capa interna 45.

20 El sistema raspador 15 se describirá a continuación. Al pasar a través de los intercambiadores de calor 12 que pueden estar alineados verticalmente en una posición generalmente paralela, se encuentra un eje central 16, que puede soportarse en el exterior del marco 14, por un par de cojinetes 18. El eje 16 es accionado por un motor 102 a través de una caja de engranajes 103. Una pluralidad de varillas roscadas 100 pasan a través de las aberturas 101 en las pestañas con aberturas 50 que están montadas en brazos de soporte 20. Las varillas 100, los brazos 20 y los separadores 22, pueden mantener los intercambiadores de calor 12 en posición vertical como se muestra en la Figura 3, y están bloqueados en su lugar por tuercas 24.  
25

30 Entre el intercambiador de calor más externo y el marco 14 se coloca un dispositivo de raspado externo 26, mostrado en la Figura 4, mientras que el dispositivo de raspado interno 28 mostrado en la Figura 8 está situado entre dos intercambiadores de calor 12.

35 El refrigerante ingresa a la máquina 10 a través de una pluralidad de conexiones 30 (Figura 3), y se bombea después a cada intercambiador de calor 12 a través de las entradas 32 (Figura 2). Una vez que el refrigerante ha pasado a través del intercambiador de calor 12, sale después a través de las salidas 34 (Figura 2) y regresa a través de las conexiones 30 (Figura 3). Agua dulce, agua salada o cualquier otro líquido a enfriar se bombea a la máquina 10 a través del eje 16, después se pulveriza sobre la superficie de los intercambiadores de calor 12 desde las boquillas 36.  
40 Para un dispositivo de raspado 26 que raspa el intercambiador de calor más externo, las boquillas 36 se disponen en la sección trasera del raspador 26. Si bien es posible colocar boquillas 36 en un mecanismo de raspado 28 que raspa dos placas simultáneamente, Es preferible colocarlas en un tubo de pulverización separado 92. Los dispositivos de raspado 26, 28 son después girados por el eje 16, retirando la mezcla de hielo-agua de la superficie de los intercambiadores de calor 12 y haciendo que caiga en la cubierta 38. Una vez en la cubierta 38, la mezcla de hielo y agua se bombea al depósito de almacenamiento (no mostrado), en el que se separa el hielo y el agua se bombea nuevamente a la máquina de hacer hielo 10. Una pluralidad de paneles aislantes 60 están atornillados al marco, creando un compartimento con aislamiento térmico.  
45

50 Con referencia a las Figuras 4-10, se muestran realizaciones de los dispositivos de raspado. La Figura 4 muestra un dispositivo de raspado externo 26 que comprende un tubo portador 54 que está atornillado al eje 16 mediante el uso de la placa base 56 (mostrada en la Figura 5). Soldada al final del tubo portador 54 se encuentra la banda superior 62, mostrada en la Figura 6B, mientras que las bandas intermedias 64 (mostradas en la Figura 6C) están uniformemente separadas a lo largo del tubo 54, y la banda inferior 66 (Figura 6D) está soldada en la base del tubo 54, cerca del eje 16. Una pluralidad de raspadores 58 se extienden a lo largo de la longitud del tubo portador 54, asegurados a las bandas, por un eje de pivote 68, mostrado en la Figura 7, en el que su saliente 70 lo asegura en su lugar. Los raspadores 58 son preferentemente de plástico para producir hielo en suspensión y de metal para hielo en escamas.  
55

60 Con referencia a las Figuras 6A y 6B, descansando en la ranura 72 en cada banda hay una primera barra 74, que tiene una segunda barra 76 soldada tanto a la primera barra 74 como a la banda. Descansando entre la primera barra 74 y la segunda barra 76 hay un tope de caucho 78. Este tope de caucho 78 empuja el raspador 58 lejos de la barra 74, y empuja la esquina 80 del raspador contra el intercambiador de calor de placa plana 12. La forma del raspador 58 permite que se invierta simplemente cuando la esquina 80 desaparece y usa una segunda esquina, extendiendo así la vida del raspador. A lo largo del lado opuesto del tubo portador 54 desde los raspadores 58, hay una pluralidad de boquillas 36. A medida que el agua se bombea en el eje 16, viaja a través del interior del tubo portador 54, y se pulveriza por las boquillas 36, a medida que el tubo 54 gira con el eje.  
65

La Figura 8 muestra un dispositivo de raspado interno 28, que se usa entre dos intercambiadores de calor de placa plana 12. Hay un portador interno 82, que está soldado a la placa base 56 (Figura 5) y atornillado al eje 16. Un portador hueco, adicional 84 se desliza sobre el portador interno 82, encerrándolo. Un perno extraíble 86 asegura el portador hueco 84 al portador interno 82, y al hacerlo, al eje 16. Una pluralidad de bandas 88 están soldadas al portador hueco 84. Hay dos grupos de raspadores 58, que están asegurados a la banda 88 por dos ejes pivotantes separados 68 (mostrados en la Figura 7). Cada par de raspadores 58 a lo largo del portador 84 están separados por un tope 78. Una barra 90 está soldada a las bandas 88 y asegura los topes 78 en su lugar. Los topes 78 empujan los raspadores 58 lejos uno del otro y hacia sus respectivas placas de intercambio de calor 12. Este diseño permite un fácil mantenimiento de los dispositivos de raspado internos. En lugar de retirar los intercambiadores de calor de placa plana 12, todo lo que se necesita es quitar el perno 86 y el portador hueco 84 puede deslizarse entre los intercambiadores de calor. Asimismo, debido a que el portador 84 tiene menos de la mitad del diámetro del intercambiador de calor 12, el área de servicio necesaria alrededor de la máquina de hielo es pequeña.

mostrado en la Figura 10, En el lado opuesto del eje 16 del portador interno 82 hay un tubo de pulverización 92 que está soldado a una placa base 56 y atornillado al eje 16. A lo largo de la longitud del tubo de pulverización 92 hay una pluralidad de boquillas 36. A medida que el agua fluye hacia el eje 16, fluye a través del tubo de pulverización 92 y sale a través de las boquillas 36, pulverizando agua sobre las superficies del intercambiador de calor 12.

La Figura 16 muestra una realización alternativa de la máquina de hacer hielo con placas situadas horizontalmente. Esto es ventajoso en situaciones en las que la altura es limitada, por ejemplo, a bordo de un barco pesquero. Con referencia a la Figura 16, en la que partes similares han sido numeradas de forma similar, la máquina de hacer hielo 210 comprende una pluralidad de intercambiadores de calor de placa plana 12 dentro de un marco superior 209 soportado por un marco inferior 208. Al pasar a través de los intercambiadores de calor 12 que están alineados horizontalmente en una posición generalmente paralela se encuentra un eje central 16, que está soportado en el exterior del marco superior 209 y debajo de la bandeja de recogida 206 por un par de alojamientos de cojinete 18.

Entre la placa de intercambio de calor más externa y el marco superior 209 se encuentra un dispositivo de raspado externo 201, mientras que el dispositivo de raspado interno 202 está ubicado entre dos placas de intercambio de calor 12. El refrigerante ingresa a la máquina 210 a través de una pluralidad de conexiones, y se bombea después a cada intercambiador de calor 12. Agua dulce, agua salada o cualquier otro líquido que se va a congelar se bombea a la máquina 210 a través del eje 16, después se pulveriza sobre la superficie de los intercambiadores de calor 12 desde las boquillas en los dispositivos de raspado 201, 202. Los dispositivos de raspado 201, 202 son después girados por el eje 16, eliminando la mezcla de hielo y agua de la superficie de los intercambiadores de calor 12. El hielo se empuja en una dirección hacia fuera dirigida al orientar los dispositivos de raspado 202, 201 hacia el exterior. Cuando el hielo pasa el borde más externo de la placa 12, cae en la bandeja 206. La Figura 17 muestra una vista superior de la bandeja 206. En la bandeja 206 hay un dispositivo de barrido 203 unido al eje 16, que gira junto con el eje 16, barriendo el hielo que ha caído en la bandeja 206. La bandeja tiene una sección perforada 212. Cuando el barredor 203 pasa la sección perforada 212, el hielo cae a través de la sección perforada 212 y aterriza en el sumidero 205. Después se bombea hielo de la máquina de hielo a través de la salida 204 hacia el depósito de almacenamiento (no mostrado), en el que se separa el hielo y el agua se bombea nuevamente a la máquina de hacer hielo 210. Las esquinas biseladas 207 aseguran que cuando el hielo caiga en la bandeja 206, se deslice hacia abajo en la sección de la bandeja 206 alcanzada por el barredor 203.

Los dispositivos de raspado 201, 202 se muestran en la Figura 18, y comprenden un soporte con una pluralidad de raspadores 220. Cada raspador 220 tiene un soporte 223 con una sección superior 226, una sección trasera 224, y una sección delantera 225, y dos secciones laterales 222 para sostener un elemento de raspado 221. Un tope compresible 230 mantiene la presión externa sobre el elemento de raspado 221 manteniéndolo en contacto con la placa de intercambio de calor 12.

Los raspadores 220 están separados a lo largo del soporte de manera que los raspadores sucesivos 220 están separados aproximadamente por la anchura de un solo raspador 220. Los raspadores 220 en lados opuestos del eje están alineados a lo largo del portador de tal manera que una trayectoria circular trazada por cualquier raspador 220 pasaría a través de los raspadores en el lado opuesto. Los elementos de raspado 221 tienen bordes de raspado 229 que están en ángulo hacia fuera para empujar el hielo hacia, y finalmente sobre el borde de la placa 12. Los elementos de raspado sucesivos pueden inclinarse cada vez más hacia afuera, de modo que los que estén cerca del eje estén más angulados en paralelo a la dirección de la longitud del soporte, y los que estén cerca del borde de la placa 12 estén alineados más cerca de la perpendicular a la dirección de la longitud del portador. Los elementos de raspado con ángulos diferentes no son esenciales para el diseño. El pasador 227 se usa para conectar el elemento de raspado al soporte 223, mientras que un tornillo asegurado en la rosca 228 mantiene el pasador 227 en su lugar.

En el caso de un dispositivo de raspado externo 201 que raspa el lado más externo de una placa externa 12, los raspadores 220 se soldarían a un soporte atornillado al eje. Los dispositivos de raspado internos 202, que están situados entre dos placas y raspan los lados de esas placas simultáneamente, tienen los raspadores 220 soldados a un soporte hueco, que se desliza después sobre un soporte interno 82 que está atornillado al eje. Las boquillas (no mostradas) se dirigen a las placas 12 desde el soporte para pulverizar el líquido que se va a congelar.

5 En las Figuras, la capa interna se muestra como compuesta por una pluralidad de secciones, que encajan en forma de rompecabezas. Se describe que cada sección como incluyendo una pluralidad de porciones de pared y porciones de pie, definiendo una pluralidad de canales de flujo, todos los que están integralmente unidos como parte de esa sección. Como alternativa, es posible que cada porción de pared 47 sea una pieza individual, que tiene una porción de pie 51 conectada integralmente a la misma a lo largo de uno o ambos bordes longitudinales 49. En otras palabras, es opcionalmente posible que cada porción de pared con sus una o dos porciones de pie asociadas 51 sea una pieza individual que esté conectada individualmente a las placas externas.

10 En las Figuras, la máquina de hacer hielo incluye raspadores para raspar ambos lados de cada intercambiador de calor. Como alternativa, es posible que uno o más intercambiadores de calor tengan un solo raspador para raspar un lado del mismo.

15 En las Figuras, se ha demostrado que la máquina de hacer hielo incluye una pluralidad de intercambiadores de calor 12. Como alternativa, cualquiera de las máquinas para hacer hielo puede incluir un solo intercambiador de calor 12. En una alternativa de este tipo, la máquina puede incluir un raspador exterior 26 en una o ambas superficies externas, sin embargo, se entenderá que el raspador interno 28 no estaría incluido.

20 Se ha descrito que la máquina de hacer hielo 10 proporciona el líquido que se va a congelar a través de una fuente de líquido a través del sistema de suministro de líquido 17 para ser expulsado de las boquillas 36. Como alternativa, es posible proporcionar el líquido que se va a congelar de otra forma. Por ejemplo, con referencia a la Figura 22, se puede proporcionar un alojamiento sellado 97 que define una cámara interna 99, en la que se colocan los intercambiadores de calor 12 y los raspadores 26 y 28. El líquido que se va a congelar puede introducirse en la cámara 99 a través de una entrada de cámara 101 que puede colocarse en cualquier lugar adecuado, como en una pared lateral del alojamiento 97. La cámara 99 puede llenarse sustancialmente con el líquido que se va a congelar. Por tanto, los intercambiadores de calor 12 están sumergidos en el líquido que se va a congelar. A medida que se forma hielo en los intercambiadores de calor 12, los raspadores 26 y 28 raspan el hielo. El hielo puede recogerse por cualquier medio adecuado, tal como recogéndolo en un conducto adecuado conectado en la parte superior de la cámara 99.

30 Con referencia a la Figura 22a, el alojamiento sellado 97 puede ser generalmente de forma cilíndrica, y puede estar compuesto por una o dos láminas 301 de material plano, preferentemente aislado doblado en forma cilíndrica y sellado en sus bordes. La cámara 99 está sellada en sus extremos por dos paneles de extremo preferentemente aislados 302 (Figura 22). Como alternativa, el alojamiento sellado puede tener generalmente de forma rectangular.

35 El alojamiento 97 se sella alrededor del eje giratorio 16 que pasa a través del mismo para evitar la fuga del líquido que se va a congelar. Este sello se puede lograr por cualquier medio adecuado, tal como por una pluralidad de anillos de empacadura.

40 Son posibles configuraciones alternativas de la máquina 10. Cuando se configura como un enfriador, que enfría pero no congela el líquido, no se requiere el sistema raspador 15. El líquido puede ponerse en contacto con los intercambiadores de calor 12 bombeando el líquido dentro y fuera de la cámara 99. La velocidad de bombeo determina el grado en que el líquido es enfriado por los intercambiadores de calor 12.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para el intercambio de calor (12), que comprende:

5 al menos una entrada de fluido (32);  
 al menos una salida de fluido (34);  
 al menos dos placas externas que comprenden una primera placa externa (42) y una segunda placa externa (44),  
 en donde la primera placa externa (42) y la segunda placa externa (44) tienen, cada una, una superficie interna y  
 una superficie externa; y  
 10 una capa interna (45) sellada de forma interpuesta entre las placas externas (42, 44) que incluye una porción límite  
 externa (48) y una porción de flujo en donde

la porción límite externa (48) rodea la porción de flujo entre las placas externas (42, 44) proporcionando una  
 periferia externa sellada; la porción de flujo comprende una pluralidad de secciones (40) de material,  
 15 comprendiendo cada sección (40) de material una pluralidad de pliegues, teniendo cada pliegue una porción  
 de pie (51) sustancialmente coplanar a las placas externas (42, 44) para unir de forma sellada la capa interna  
 (45) a las placas externas (42, 44), y teniendo además cada pliegue una porción de pared (47) que se extiende  
 entre las placas (42, 44) y se une integralmente a la porción de pie (51), y en donde para cada sección (40), al  
 20 menos una serie de canales de flujo adyacentes (53) son proporcionadas por las superficies internas de las  
 placas externas (42, 44), y por las porciones de pie (51) y las porciones de pared (47) de la pluralidad de  
 pliegues, en donde las porciones de pared (47) de la pluralidad de pliegues proporcionan barreras entre los  
 canales de flujo (53) de la al menos una serie de canales de flujo adyacentes (53); y  
 la porción de flujo comprende una pluralidad de trayectorias de flujo continuo que se extienden entre al menos  
 una entrada de fluido (32) y al menos una salida de fluido (34) para dirigir un fluido a través de la pluralidad de  
 25 secciones (40) de material, y en donde para cada sección (40) en la pluralidad de secciones (40) de material,  
 cada canal (53) en la al menos una serie de canales de flujo adyacentes (53) para esa sección (40) es parte de  
 una trayectoria de flujo continuo asociada entre la al menos una entrada de fluido (32) y la al menos una salida  
 de fluido (34); y  
 en donde la pluralidad de secciones (40) de material se acoplan juntas en una disposición de tipo  
 30 rompecabezas, de tal forma que en la disposición de tipo de rompecabezas, cada sección (40) en la pluralidad  
 de secciones (40) tiene al menos una sección adyacente (40) en la pluralidad de secciones (40), y cada canal  
 (53) en la al menos una serie de canales adyacentes (53) de esa sección (40) está sustancialmente alineado,  
 en un ángulo distinto de cero, con un canal correspondiente (53) de la al menos una serie de canales  
 adyacentes (53) de la al menos una sección adyacente (40) de tal forma que cada par resultante de canales  
 35 alineados (53) define al menos parte de una trayectoria de flujo continuo en la pluralidad de trayectorias de flujo  
 continuo.

2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada trayectoria de flujo continuo en la pluralidad de  
 trayectorias de flujo continuo comprende una secuencia de canales sucesivos (53) en una secuencia de secciones  
 40 (40) sucesivas que se extienden de la entrada (32) a la salida (34), y para dos trayectorias de flujo continuo en la  
 pluralidad de trayectorias de flujo continuo que comprenden diferentes secuencias de canales sucesivos (53) en la  
 misma secuencia de secciones (40) sucesivas,

una primera trayectoria de flujo continuo de las dos trayectorias de flujo continuo comprende un canal de flujo (53)  
 45 en una sección (40) de la secuencia de secciones (40) sucesivas y un canal de flujo (53) en otra sección (40) de  
 la secuencia de secciones (40) sucesivas,  
 una segunda trayectoria de flujo continuo de las dos trayectorias de flujo continuo comprende un canal de flujo (53)  
 más corto en la sección (40) de la secuencia de secciones (40) sucesivas y un canal de flujo (53) más largo en la  
 otra sección (40) de la secuencia de secciones (40) sucesivas, teniendo el canal de flujo (53) más corto una longitud  
 50 más corta que el canal de flujo (53) de la sección (40) de la primera trayectoria de flujo continuo, y teniendo el canal  
 de flujo (53) más largo una longitud más larga que el canal de flujo (53) de la otra sección (40) de la primera  
 trayectoria de flujo continuo.

3. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que la pluralidad de trayectorias de  
 flujo continuo son sustancialmente iguales en longitud y están configuradas para proporcionar un enfriamiento  
 55 sustancialmente uniforme a las placas externas (42, 44).

4. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las secciones (40) de material  
 en la pluralidad de secciones (40) de material están hechas de lámina de metal corrugada.

5. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la pluralidad de trayectorias de  
 flujo continuo ocupan un espacio aproximadamente cilíndrico.

6. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la porción de flujo es adyacente  
 65 a la al menos una placa externa (42) solo dentro de un área de una porción circular de la superficie interna de la al  
 menos una placa externa (42), y al menos aproximadamente del 75 % al 95 % del área de la porción circular de la

superficie interna de la al menos una placa externa (42) está adyacente a la porción de flujo.

7. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la capa interna (45) está intercalada de forma sellada para soportar una presión de 3100kp (450 psi).

5 8. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que cada canal de flujo (53) tiene una anchura del canal (Wc) y en el que cada porción de pared de la capa interna (47) tiene un espesor de la porción de pared (Tw), y en donde la relación del espesor de la porción de pared (Tw) con respecto a la anchura del canal (Wc) es inferior a 1:8.

10 9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la relación aproximada del espesor de la porción de pared (Tw) con respecto a la anchura del canal (Wc) es aproximadamente de entre 1:18 y 1:25.

15 10. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el espesor de las placas externas (Tp1) no es mayor de aproximadamente 3 mm (0,12").

11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el espesor de la porción de pared (Tw) es de aproximadamente 0,2 mm (0,008 pulgadas).

20 12. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la capa interna (45) comprende una porción límite interna (46) para proporcionar una periferia interna sellada, en donde la pluralidad de secciones (40) de material rodea la porción límite interior (46).

25 13. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la al menos una serie de canales de flujo adyacentes (53) de al menos una sección (40) de material de la pluralidad de secciones de material, están alineados con al menos una serie de canales de flujo (53) de al menos dos secciones adyacentes (40) de la pluralidad de secciones de material.

30 14. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que diferentes trayectorias de flujo continuo de la pluralidad de trayectorias de flujo continuo dentro de una o más secciones (40) de la pluralidad de secciones de material dirigen el fluido en direcciones opuestas.

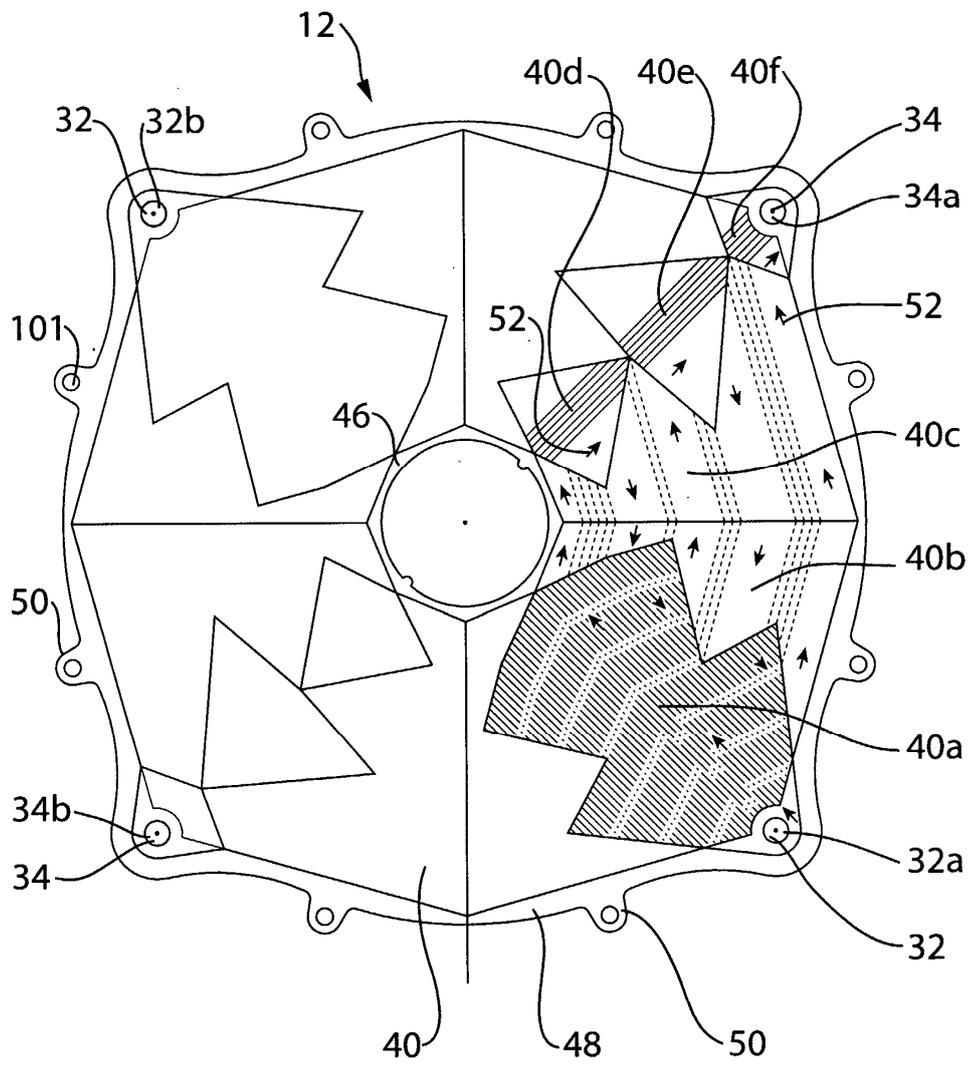
35 15. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que en al menos una trayectoria de flujo continuo de la pluralidad de trayectorias de flujo continuo, los canales de flujo (53) en al menos un par resultante de canales de flujo (53) alineados que definen al menos parte de la trayectoria de flujo continuo están alineados en un ángulo obtuso.

40 16. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que en al menos una trayectoria de flujo continuo de la pluralidad de trayectorias de flujo continuo, los canales de flujo (53) en al menos un par resultante de canales de flujo (53) alineados que definen al menos parte de la trayectoria de flujo continuo están alineados en un ángulo de 90 grados o menos.

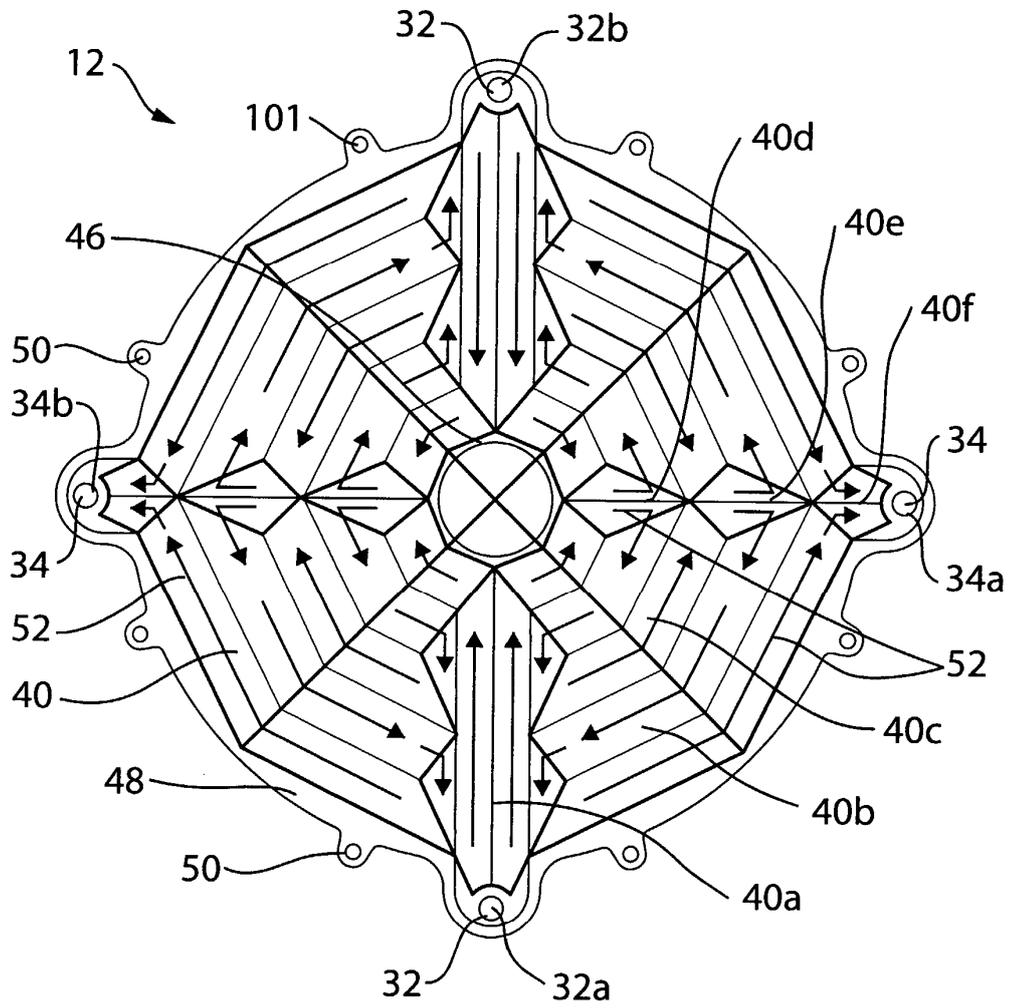
45 17. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que las secciones de material consisten en pliegues que están conformados de tal manera que las porciones de pared (47) están en ángulos de aproximadamente 90 grados con respecto a las porciones de pie (51).

18. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, que comprende además medios de raspado (26, 28, 201, 202) para eliminar cualquier cristal de hielo que se forme en la superficie de enfriamiento.

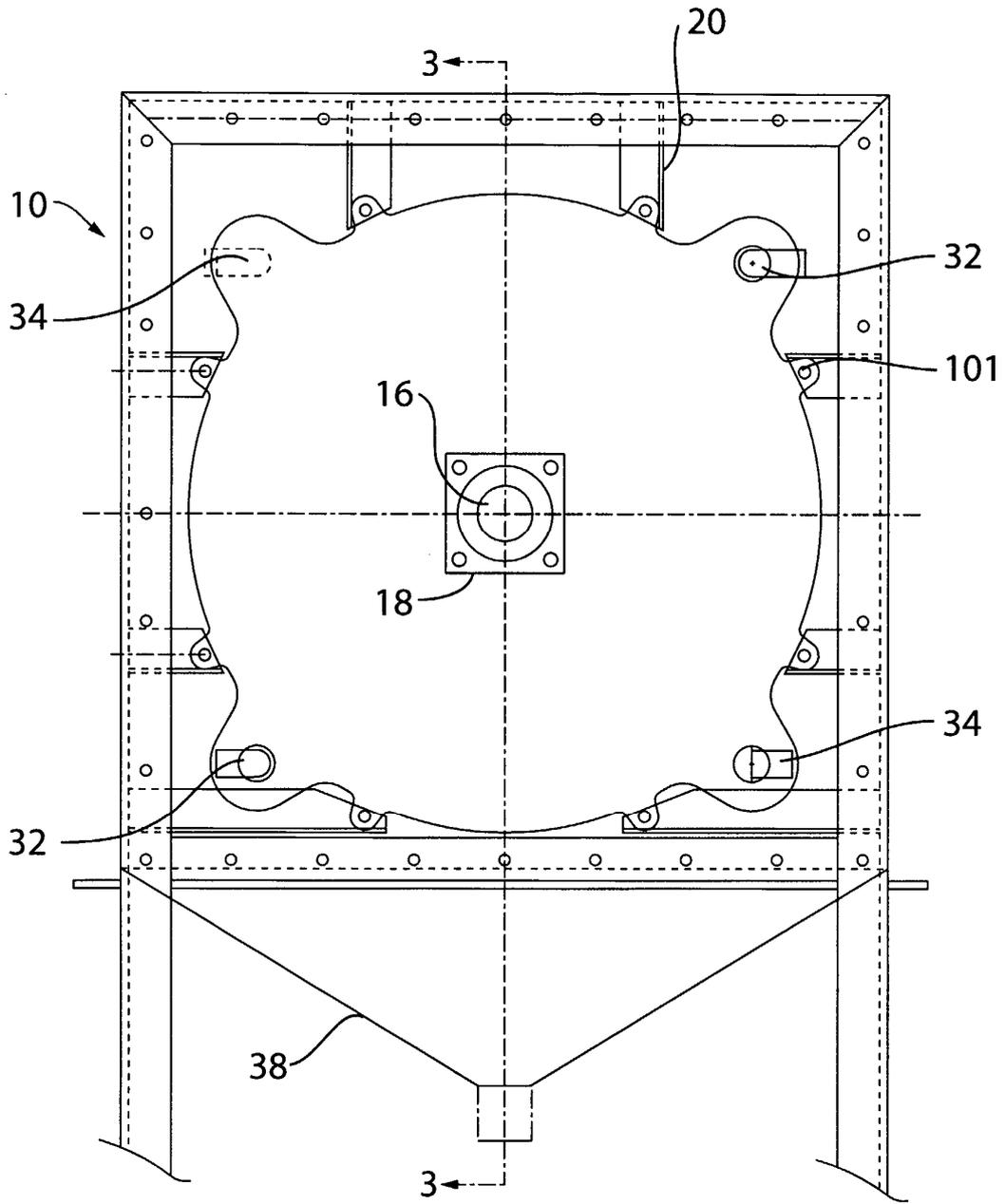
50 19. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 18, en el que los medios de raspado (26, 28, 201, 202) son parte del sistema de raspado (15) que incluye un eje (16) que pasa perpendicularmente a través del centro de las placas externas (42, 44); un portador (54, 82, 84) conectado al eje (16), en donde el portador (54, 82, 84) se extiende paralelo a las superficies externas de las placas externas (42, 44); una pluralidad de raspadores (58, 220) situados a lo largo de la longitud del portador (54, 82, 84); y medios para mantener los raspadores (58, 220) en contacto con las placas  
55 externas (42, 44).



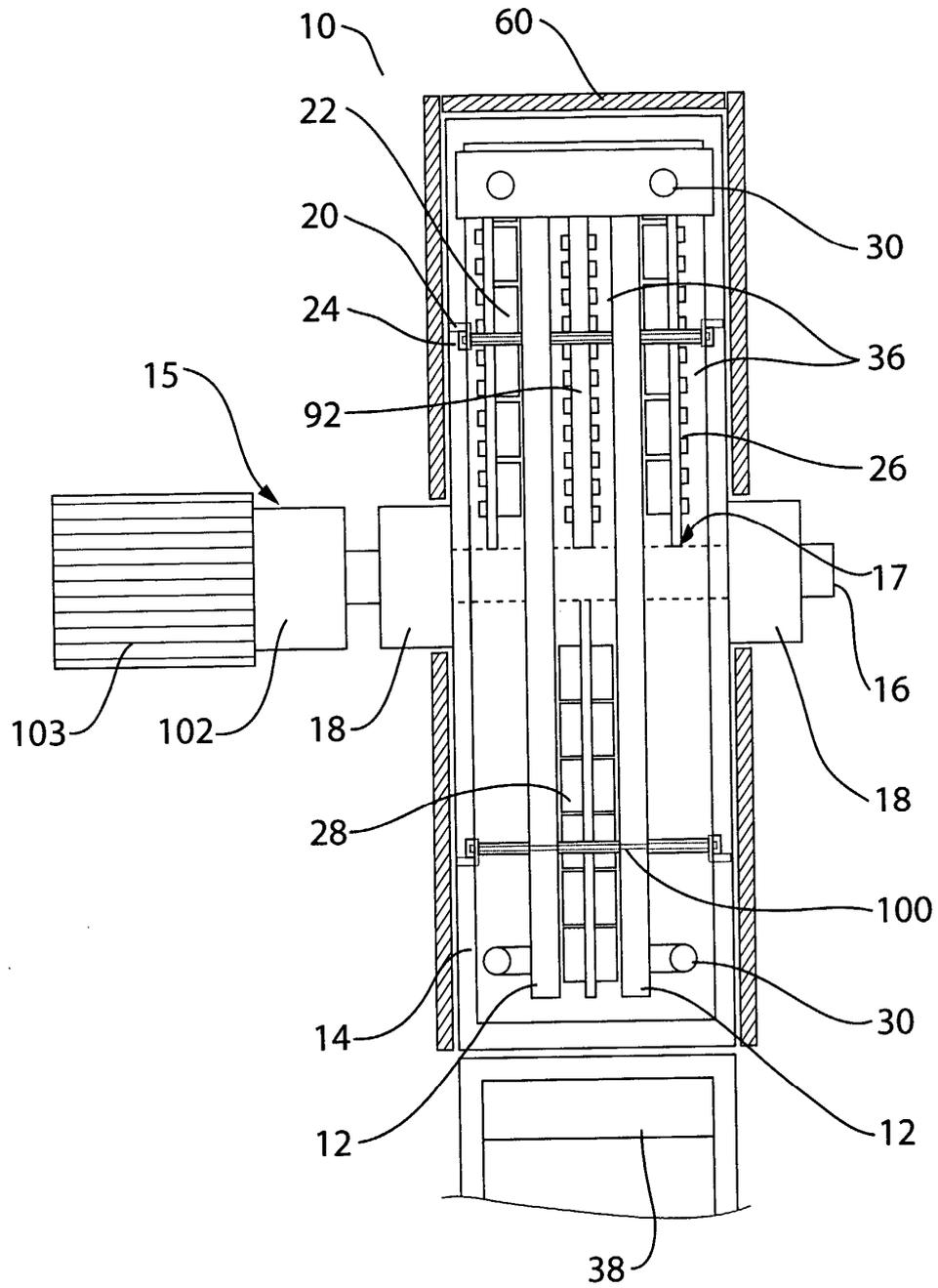
**FIG. 1**



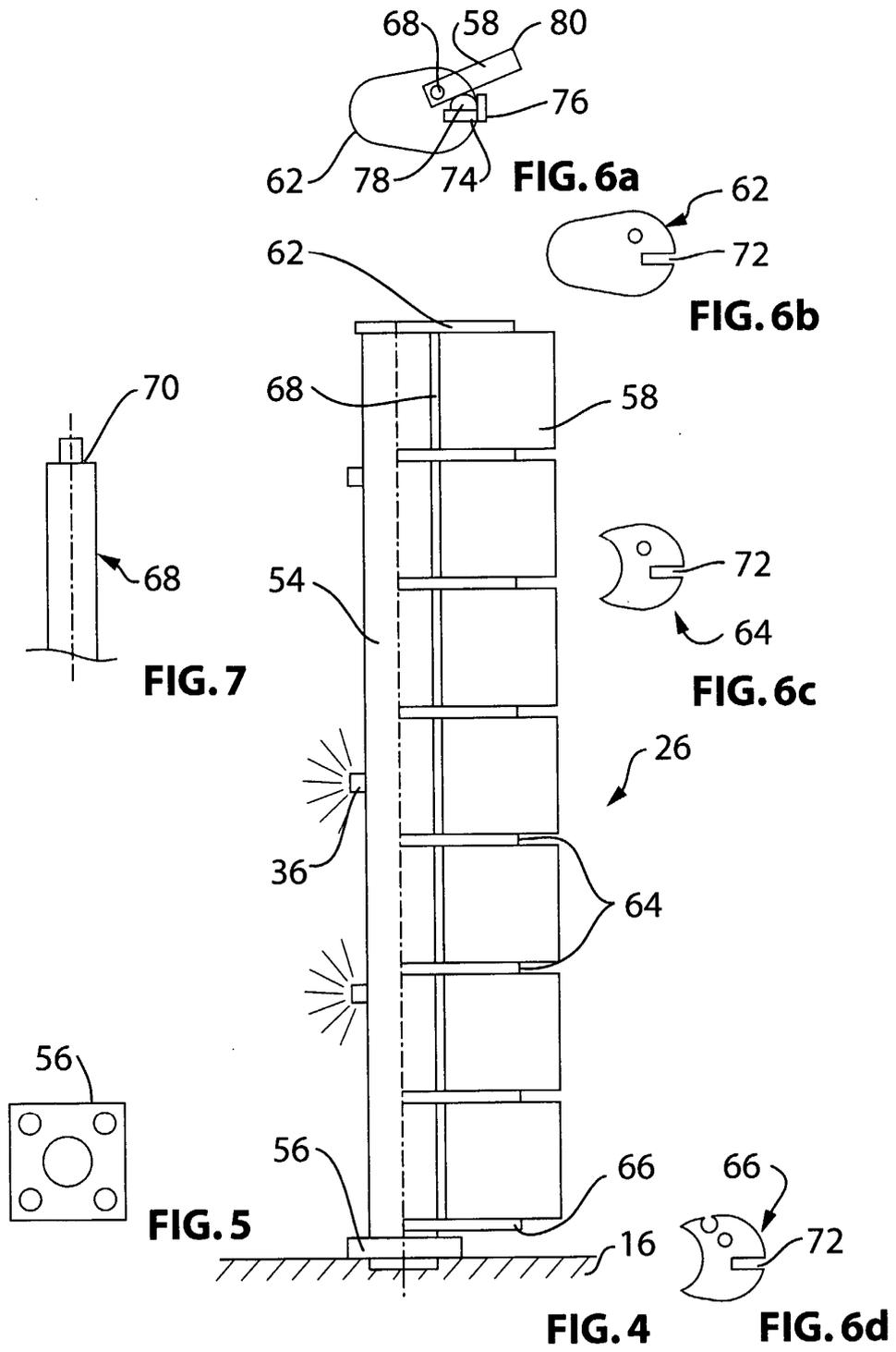
**FIG. 1a**

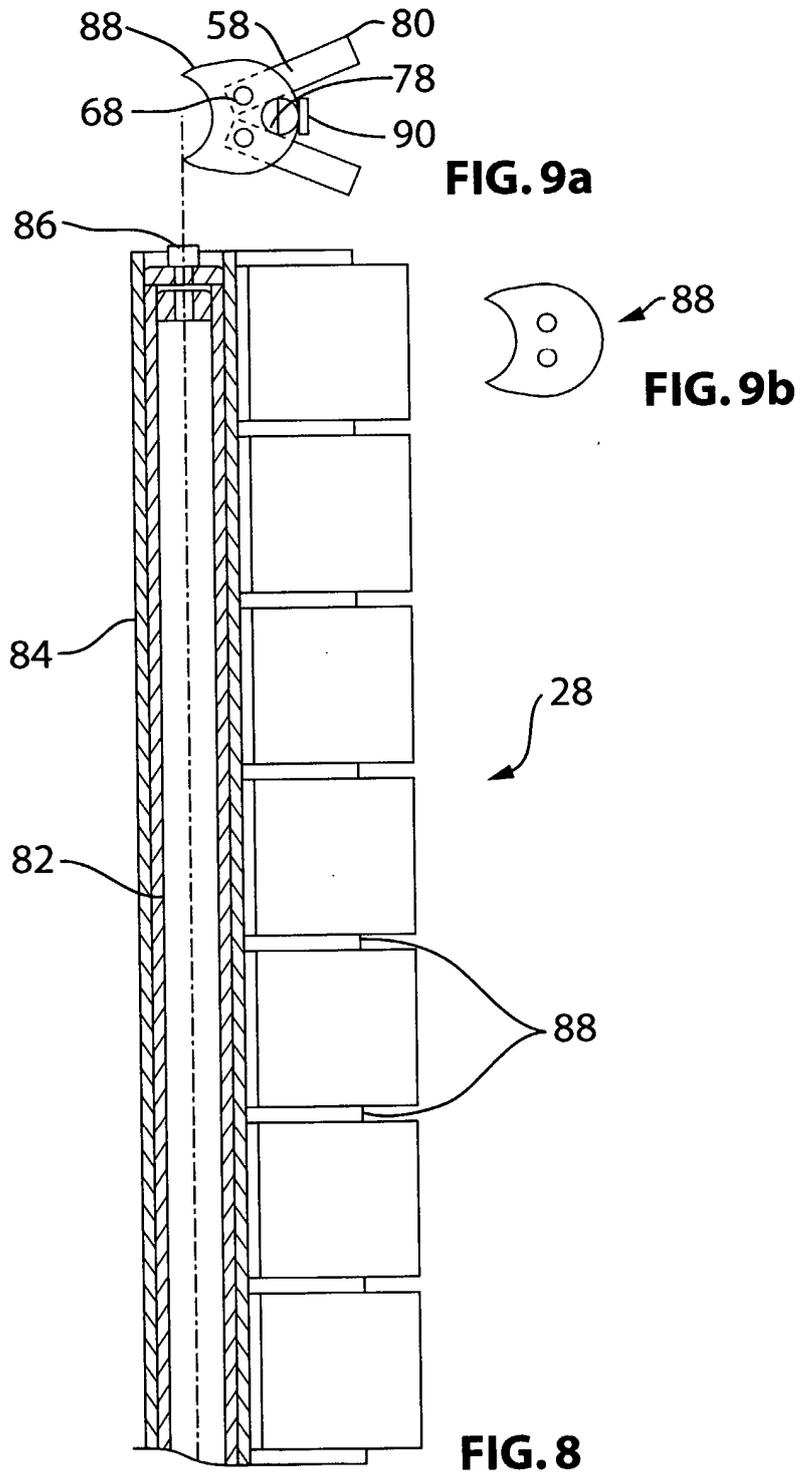


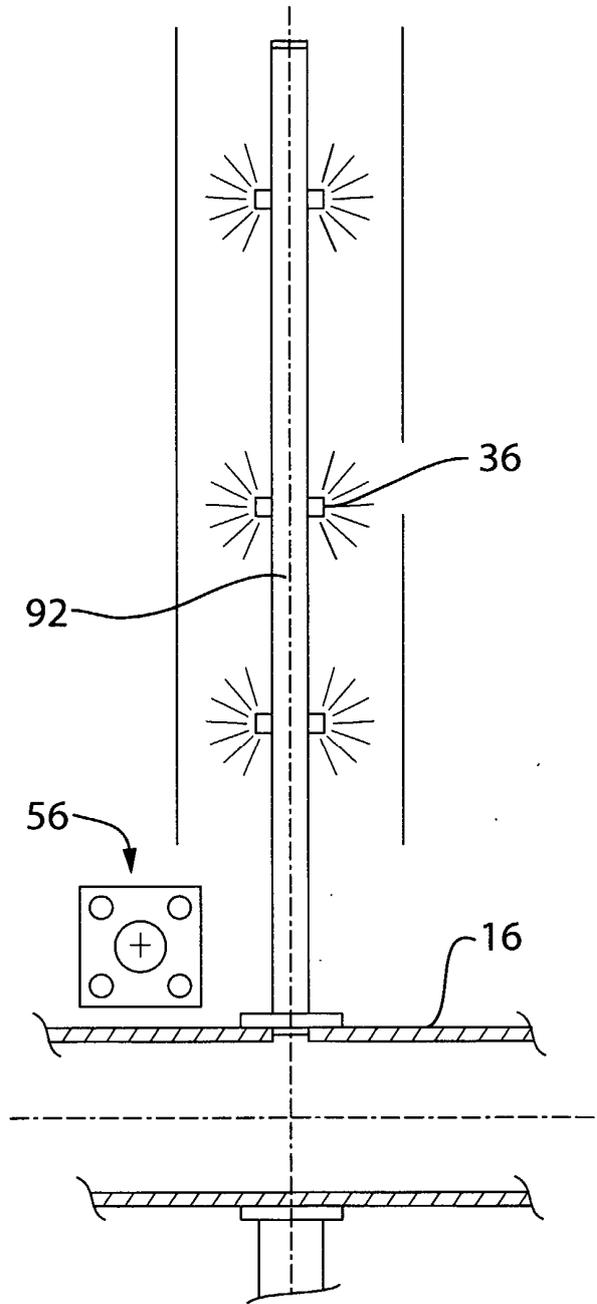
**FIG. 2**



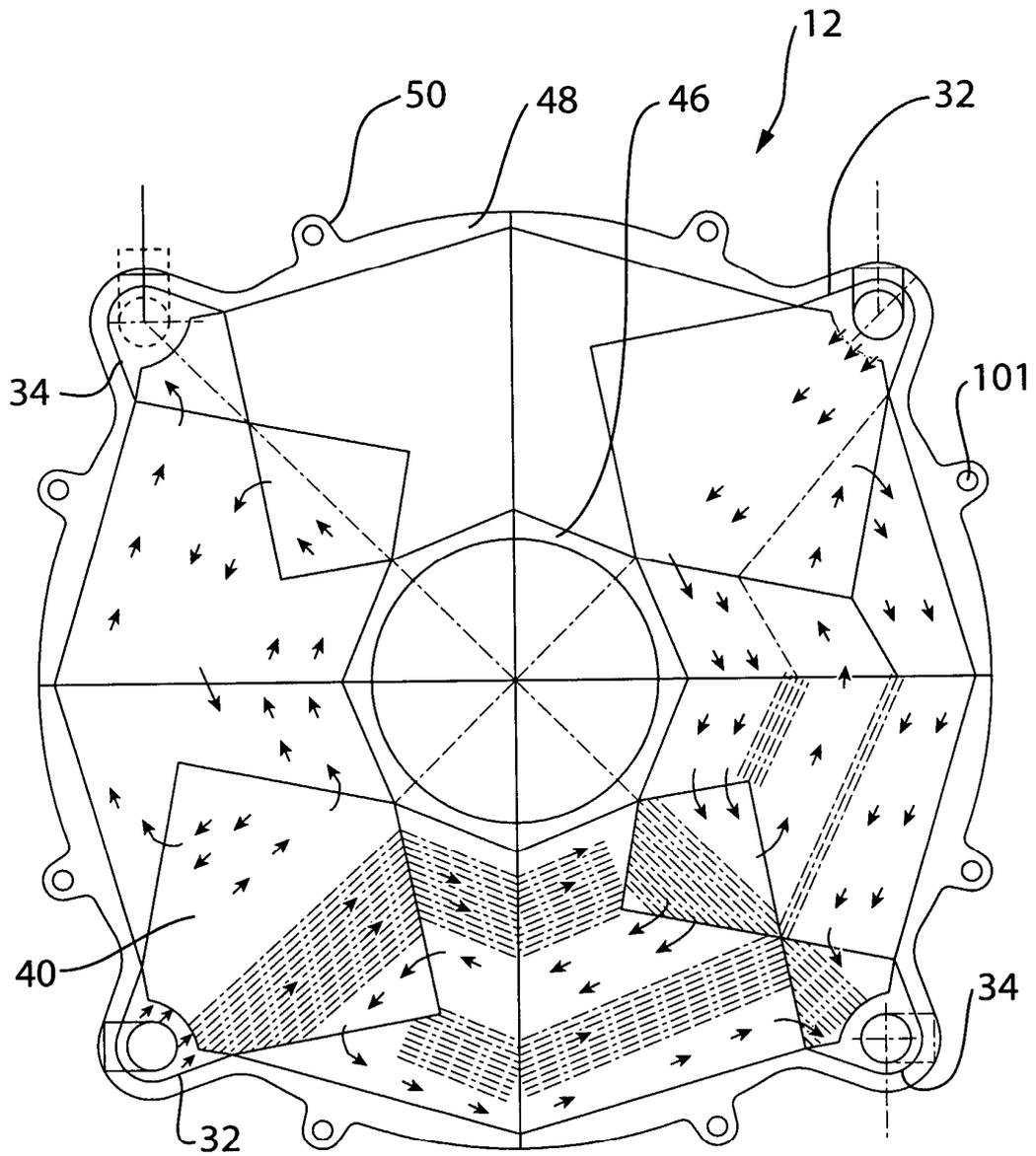
**FIG. 3**



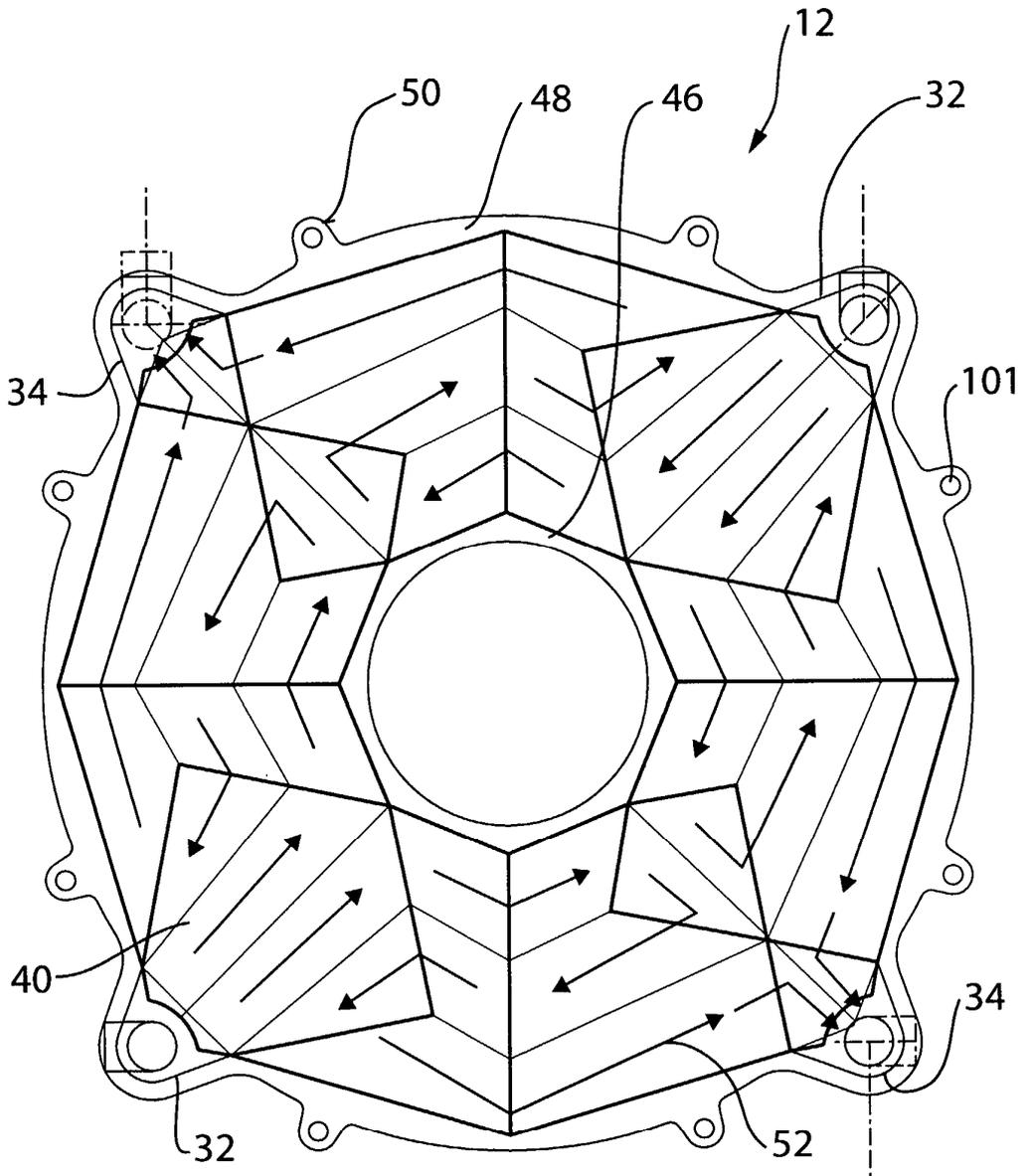




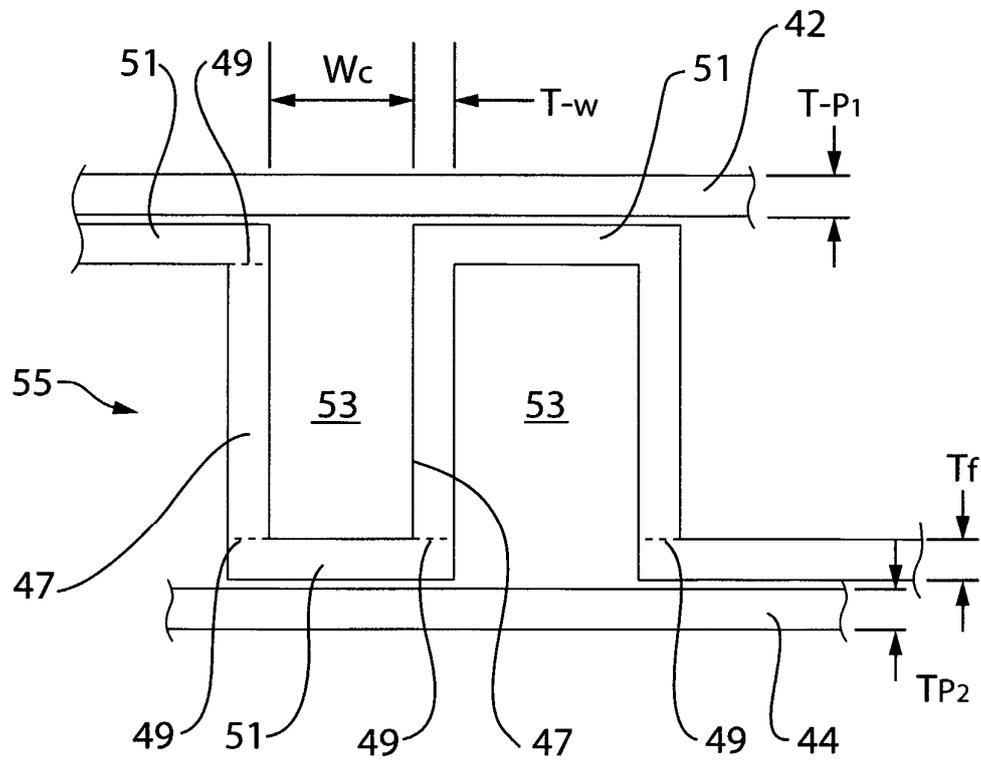
**FIG. 10**



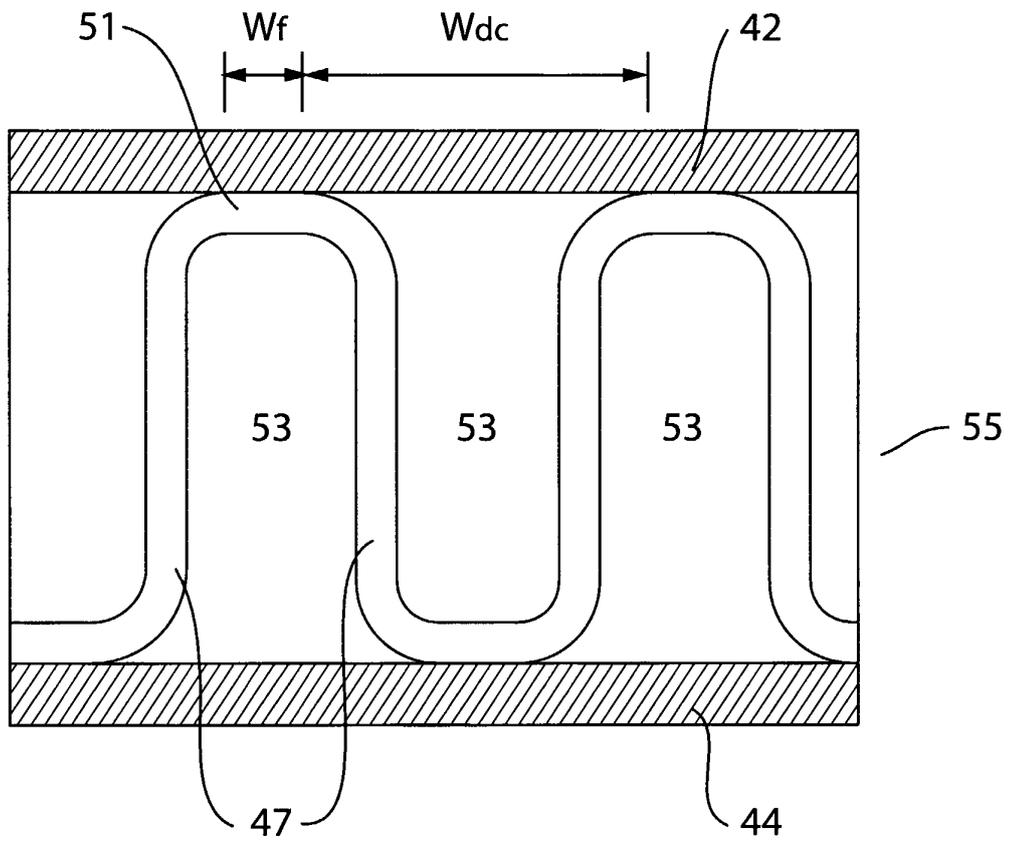
**FIG. 11**



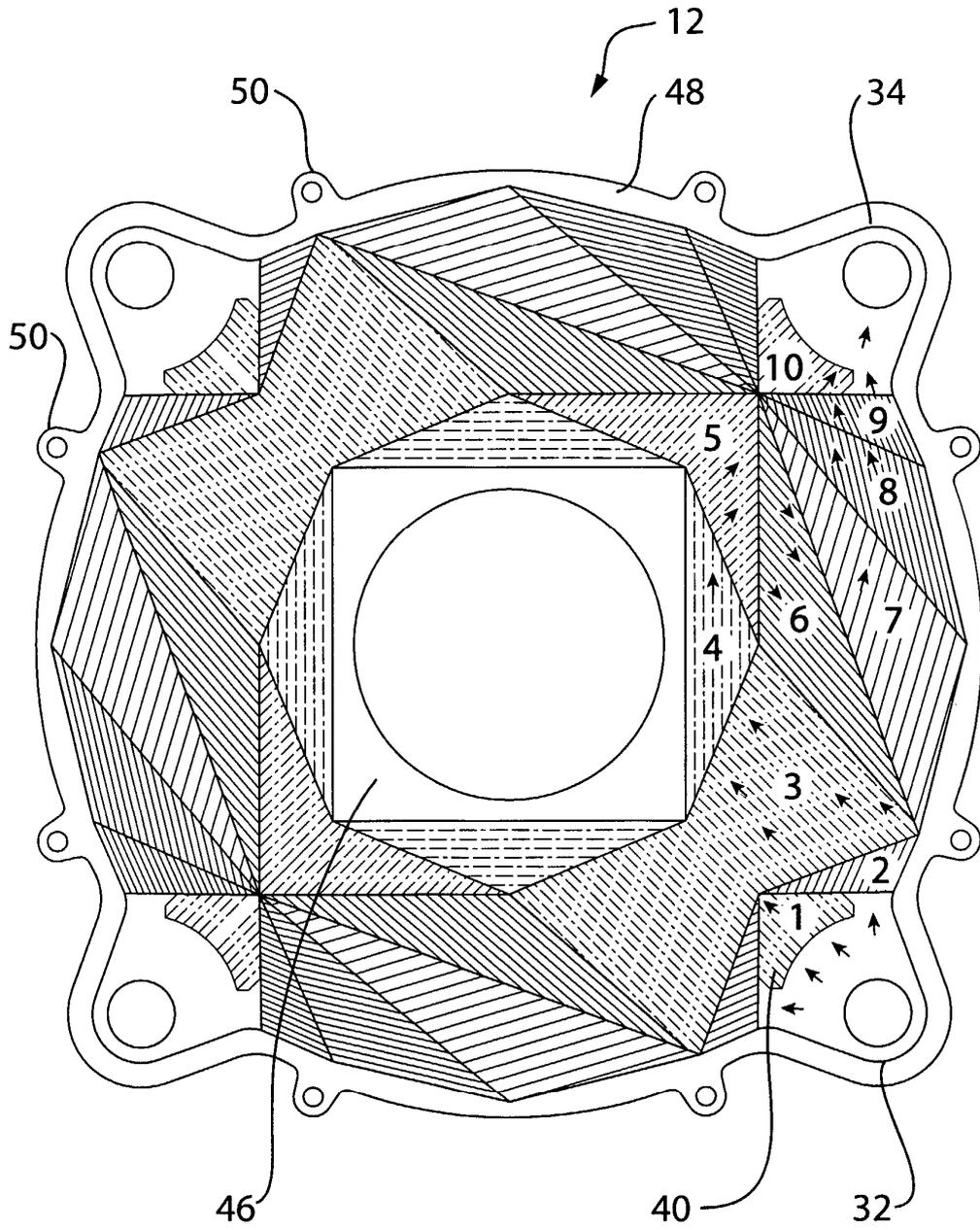
**FIG. 11a**



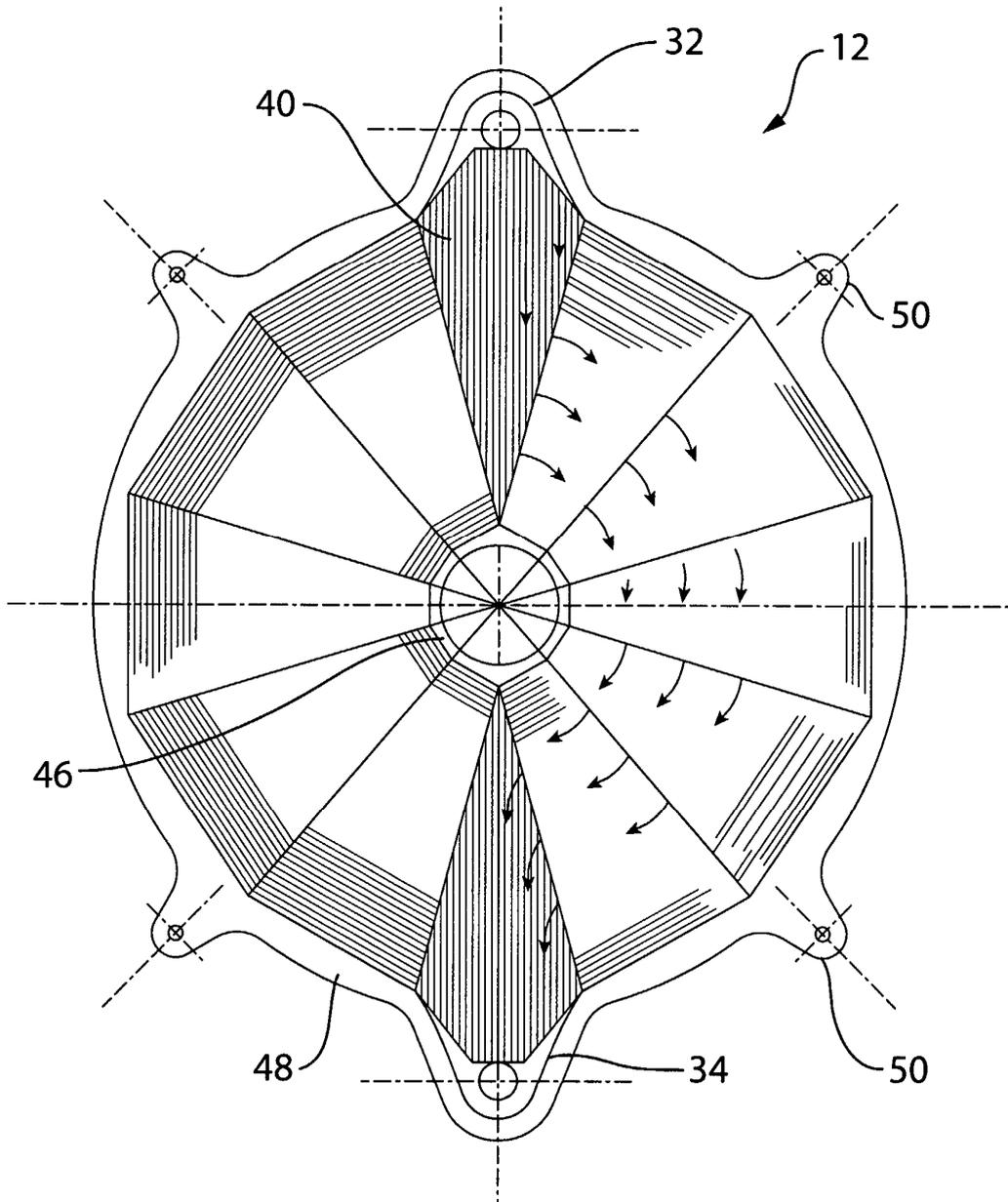
**FIG. 12a**



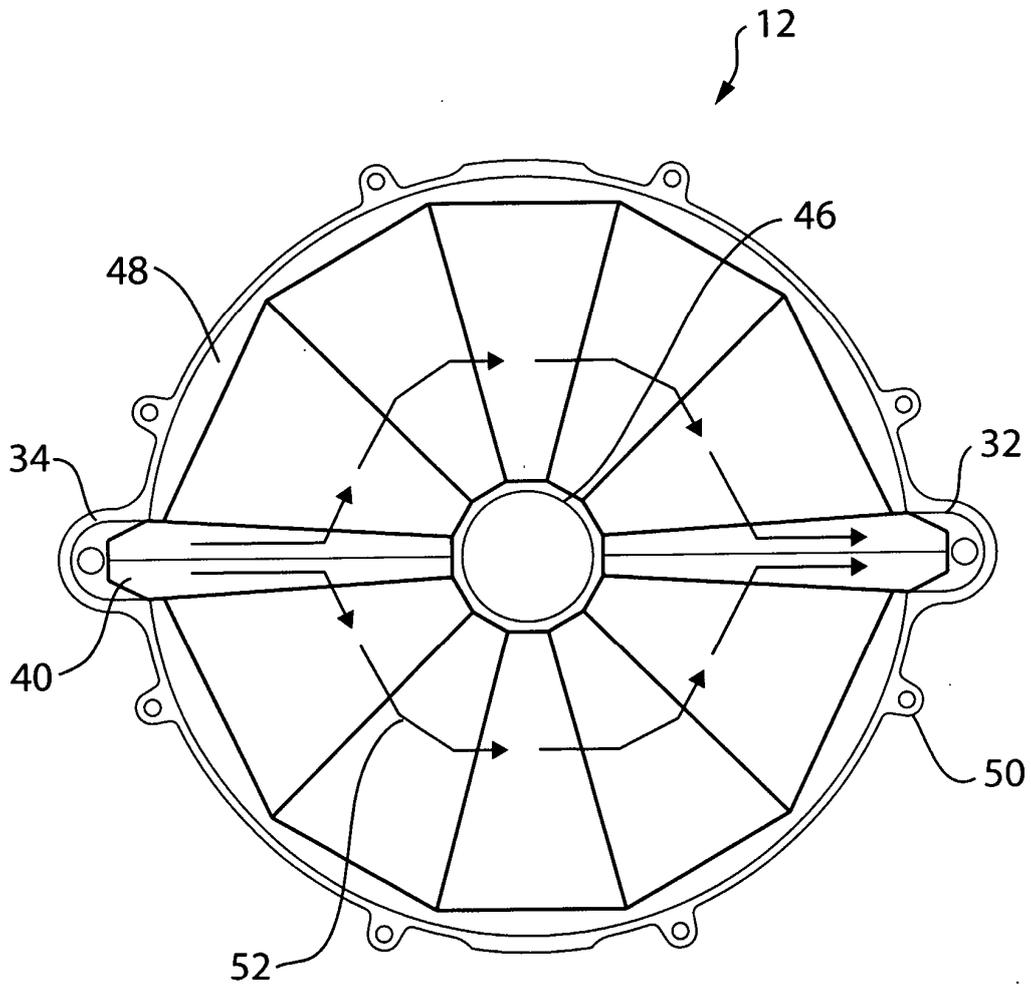
**FIG. 12b**



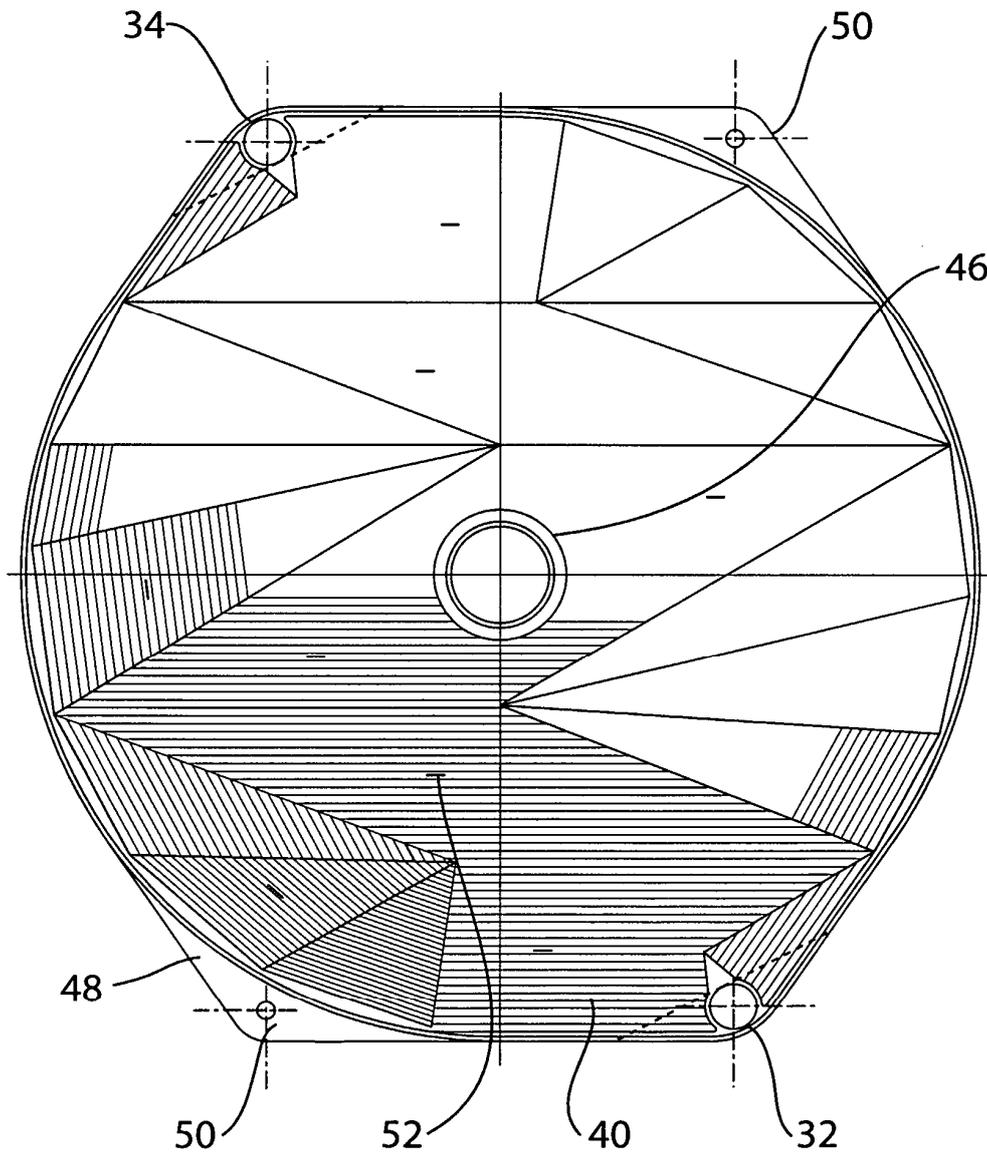
**FIG. 13**



**FIG. 14**



**FIG. 14a**



**FIG. 15**

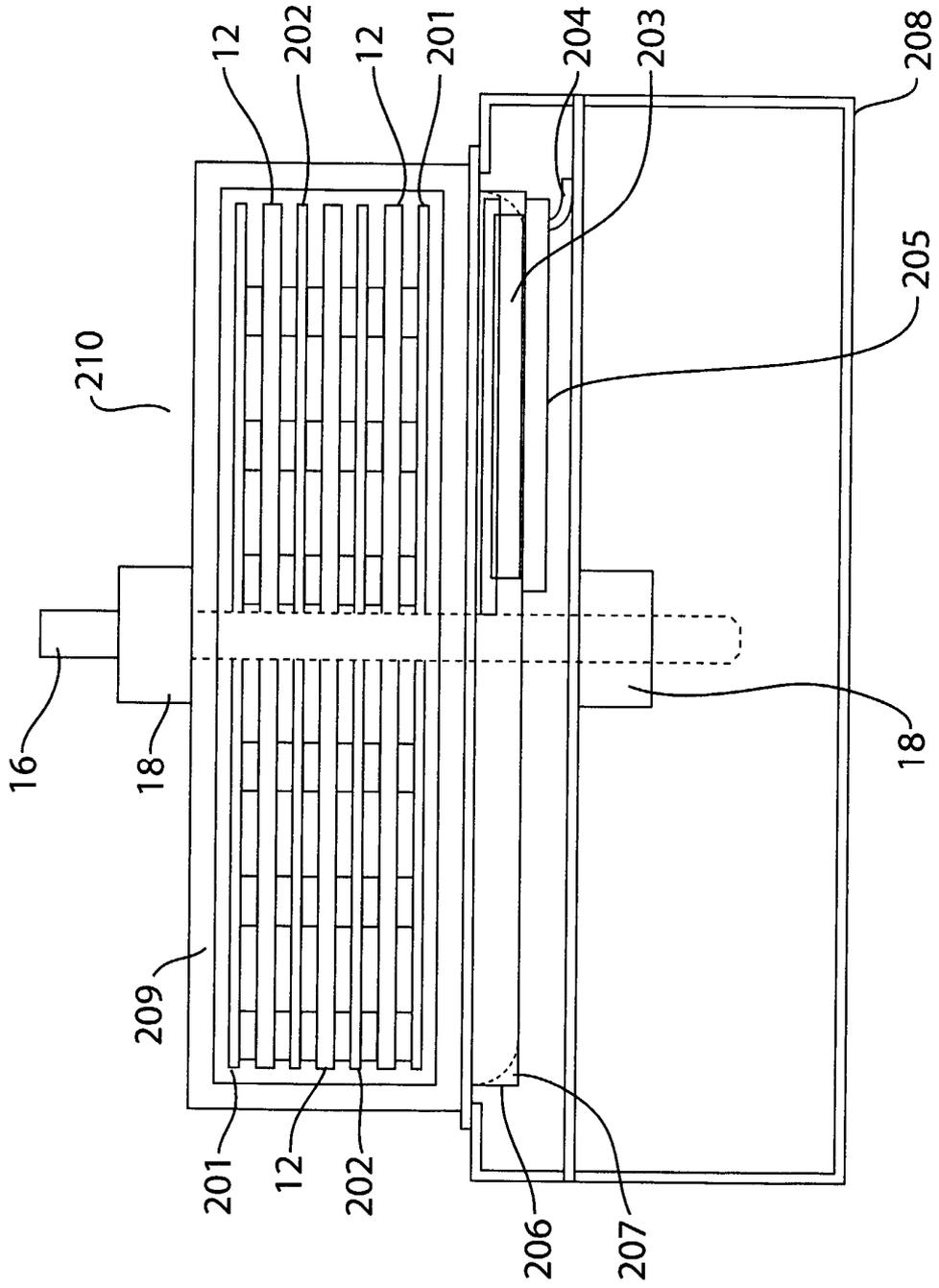


FIG. 16

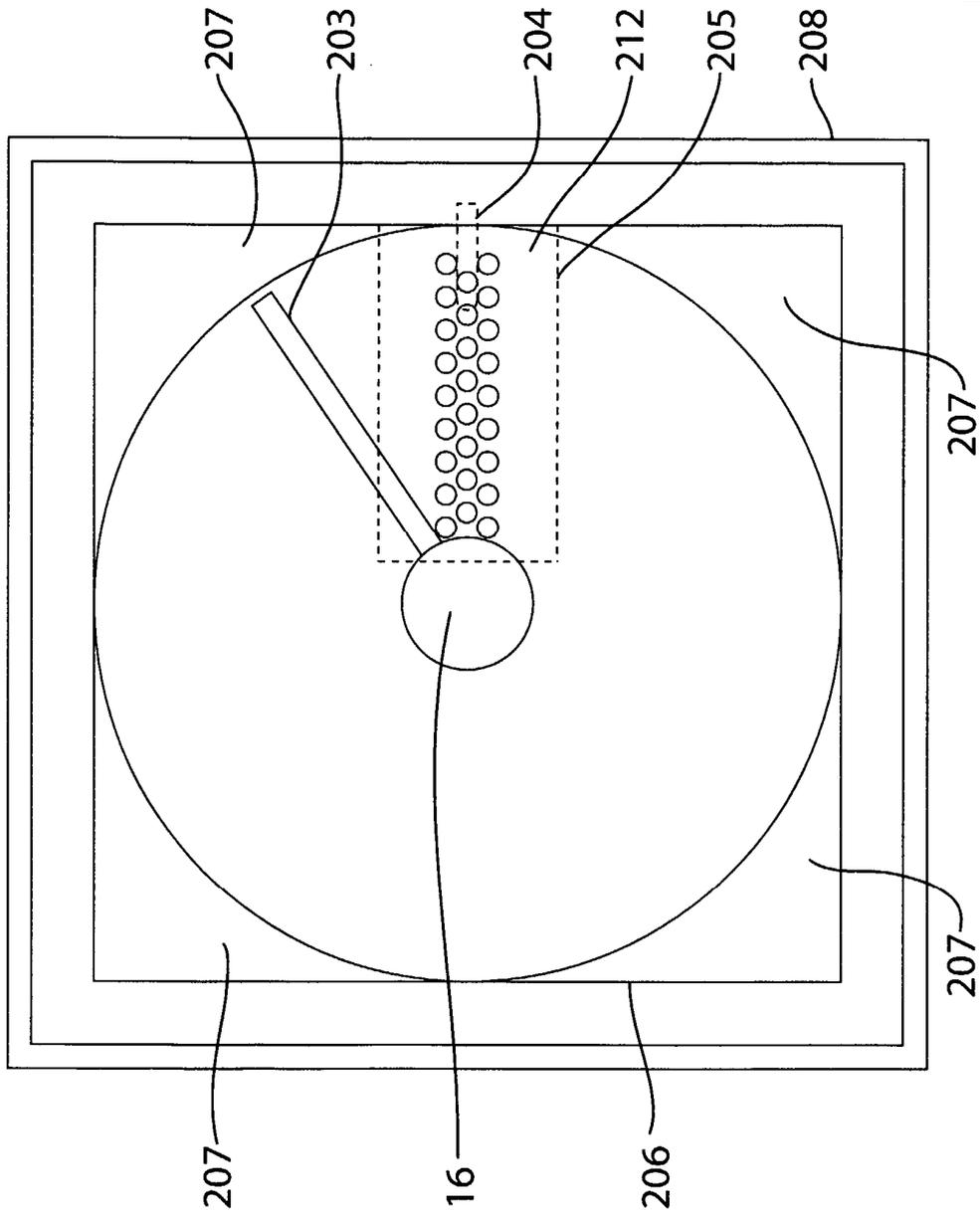


FIG. 17

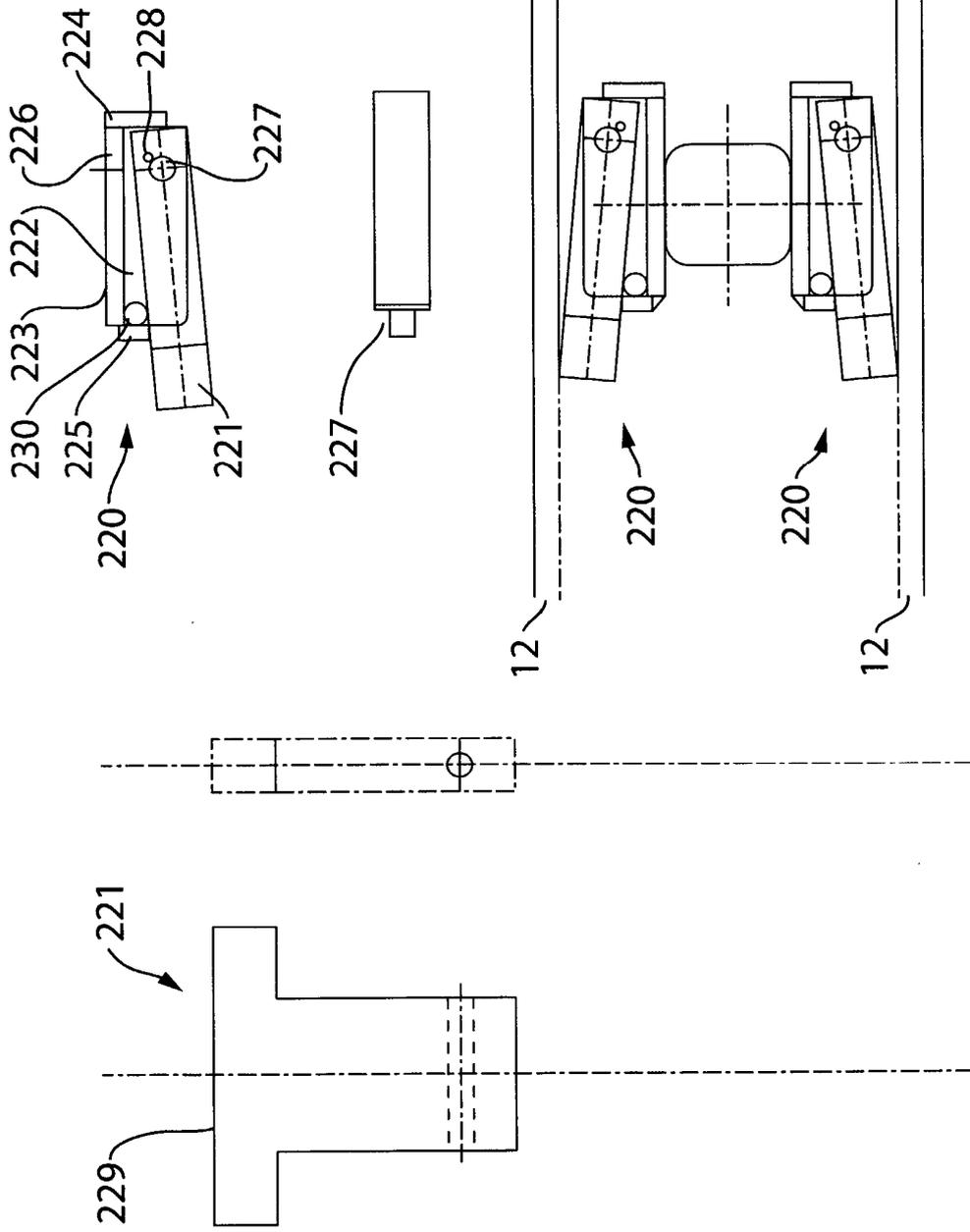


FIG. 18

FIG. 19

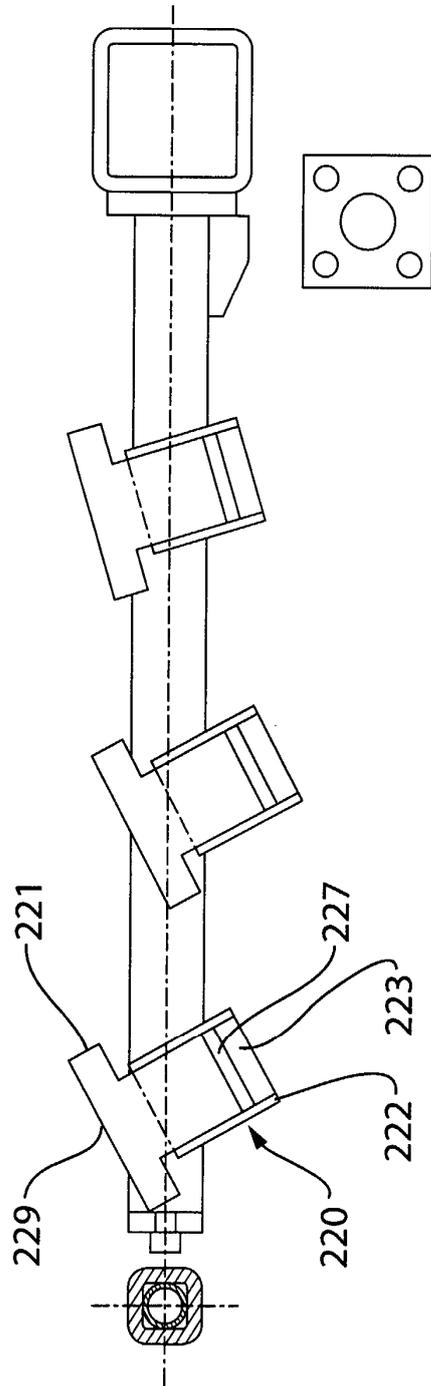
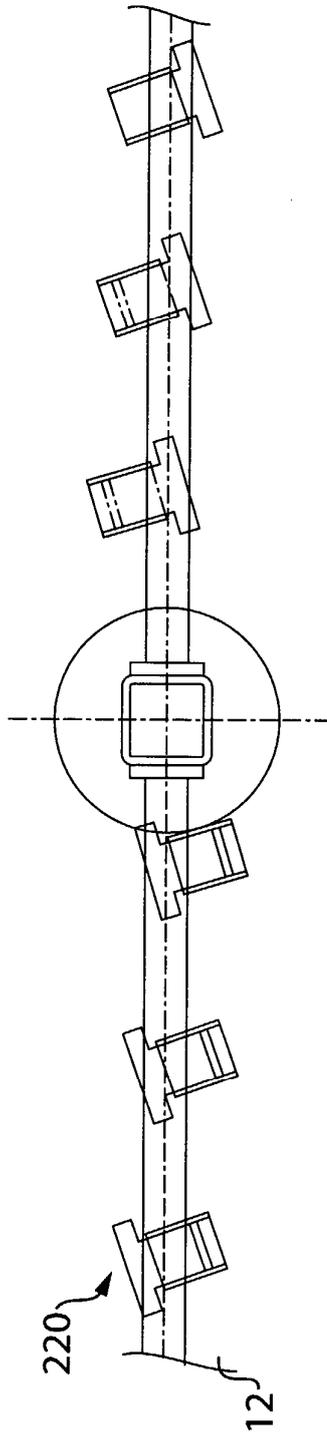


FIG. 20



**FIG. 21**

