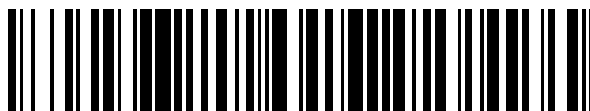


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 155**

51 Int. Cl.:

**F04D 13/04** (2006.01)

**F04D 29/22** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2014** **PCT/NL2014/050721**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015** **WO15057069**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2014** **E 14792617 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** **EP 3084225**

54 Título: **Bomba de espiral y método para su fabricación**

30 Prioridad:

**18.10.2013 NL 2011650**

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

**30.11.2018**

73 Titular/es:

**AQYSTA HOLDING B.V. (100.0%)**

**Molengraaffsingel 12-14**

**2629 JD Delft, NL**

72 Inventor/es:

**HENNY, FREDERIK LEONARDUS;  
BUDELMANN, LENNART THORE y  
THAPA, PRATAP**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 692 155 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

Bomba de espiral y método para su fabricación

La presente invención se refiere a una bomba de espiral y a un método para su fabricación.

- 5 Es conocido que las bombas de espiral elevan líquido de un nivel bajo a un nivel más alto, siendo usadas, por ejemplo, para irrigar. Las bombas de espiral convencionales comprenden normalmente un tubo flexible dispuesto en espiral en torno a una parte rotatoria. Alternativamente, la entrada del canal de fluido espiral recoge fluido en la porción inferior de una vuelta de la parte rotatoria y una carga de aire en la porción superior de cada vuelta de la parte rotatoria. De esta manera, cargas sucesivas de fluido y aire penetran en el canal de fluido espiral. Al girar la espiral, el fluido recogido es forzado gradualmente hacia la salida. Cuando el fluido fluye de una convolución a otra la carga de aire entre dos
- 10 cargas de fluido es comprimida. Durante la rotación de la parte rotatoria el aire comprimido en cada convolución tiene tendencia a expandirse y penetrar en la convolución siguiente, facilitando la impulsión de la carga de fluido precedente, proporcionando un efecto de bombeo neumático y provocando un aumento de presión. Merced a esta presión puede ser elevado fluido desde un nivel bajo a un nivel más alto.
- 15 El documento DE-A1-102 31 008 es considerado la técnica anterior más próxima, en relación con la cual al menos las particularidades caracterizadoras de la reivindicación 1 son nuevas.
- El modelo de utilidad alemán DE-U1-9214695 describe una bomba soportada merced a medios de retención a modo de cuerda, y comprende una bomba de espiral rotatoria provista de medios de accionamiento en forma de paletas cortas. El canal de fluido consiste en una manguera flexible, dispuesta en torno a una parte rotatoria rígida y soportada por ella.
- 20 El documento FR-A-2822891 describe un dispositivo destinado a recibir agua que cae y recuperar energía de esta caída de agua usando una turbina.
- Una bomba de espiral convencional comprende muchas partes, entre ellas tubos, un tambor y un eje, que hacen que su peso total sea relativamente alto. Por razones de logística y eficacia, un peso reducido de la bomba de espiral es ventajoso.
- 25 Otra desventaja de las bombas de espiral convencionales es su limitado potencial de escalabilidad o de fabricación en serie.
- Hay también necesidad de una bomba de espiral mejorada, con fiabilidad mejorada para que pueda ser usada en sitios remotos y aislados en los que el mantenimiento sea difícil, por ejemplo, por falta de personal de mantenimiento cualificado.
- 30 De esta manera, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una bomba de espiral mejorada en relación con la técnica anterior y en la que al menos uno de los problemas antedichos sea obviado.
- Dicho objeto se consigue merced a la bomba de espiral de acuerdo con la reivindicación 1 de la presente invención.
- 35 Como el canal de fluido espiral es un curso integrado en un cuerpo rígido puede ser optimizado en cuanto a posicionamiento exacto, curvatura, variabilidad de forma y dimensión de sección transversal del curso, etc. Esto permite un gran nivel de cumplimiento de requisitos específicos de cliente de una aplicación de bomba de espiral deseada.
- 40 Una única parte rotatoria rígida que incorpore un canal de fluido espiral interno puede ser formada mediante una técnica de fabricación aditiva, denominada también impresión 3D. La impresión 3D, por otra parte, permite formas muy complejas para el canal de fluido. Pueden ser también usadas técnicas de moldeo tales como formación de doble lámina mediante vacío.
- Un cuerpo rígido proporciona un canal espiral más robusto que un tubo flexible, porque un tubo flexible en medida suficiente para curvarse es probable que se extienda en dirección anular cuando la bomba aumente la presión del fluido.
- 45 Un diseño compacto de la bomba de espiral se consigue, de acuerdo con una realización preferida, si dicho canal de fluido espiral comprende al menos dos convoluciones dispuestas en un plano sustancialmente transversal al eje de rotación.
- De acuerdo con otra realización preferida, la pared radialmente exterior de la parte rotatoria tiene un radio exterior  $r_0$ , y las convoluciones están dispuestas al menos en la zona entre dicha pared radialmente exterior de la parte rotatoria y un radio igual a la mitad del radio exterior  $r_0$ . Se hace notar de manera explícita que "al menos" ha de interpretarse en el sentido de que las convoluciones están dispuestas en la zona entre el radio exterior ( $r_0$ ) y un radio igual a la
- 50 mitad del radio exterior ( $1/2 r_0$ ), y pueden extenderse también hasta un radio menor que la mitad del radio exterior ( $<1/2 r_0$ ). La entrada del canal de fluido espiral alternativamente recoge fluido en la porción inferior de una vuelta de la parte rotatoria y una carga de aire en la porción superior de cada vuelta de la parte rotatoria. De esta manera, cargas

sucesivas de fluido y aire penetran en el canal de fluido espiral. Aproximadamente la mitad de la primera convolución del canal de fluido espiral se llena de fluido y el resto de la convolución se carga de aire. Al rotar la espiral, el fluido fluye desde una convolución a la otra, comprimiendo así la carga de aire entre dos cargas de fluido sucesivas. El comportamiento sustancialmente incompresible de casi todos los fluidos es tenido en cuenta al disponer las convoluciones en, al menos, la zona entre la pared radialmente exterior de la parte rotatoria y un radio igual a la mitad del radio exterior, en particular cuando la sección transversal tiene un tamaño sustancialmente constante en la longitud del canal de fluido espiral. De este modo, el fluido puede ocupar casi una convolución completa en un radio menor o igual que la mitad del radio exterior, mientras que el gas entre dos cargas sucesivas de fluido está muy comprimido.

De acuerdo con otra realización preferida, hay dispuesta al menos otra convolución del canal de fluido en la distancia radial entre la mitad del radio exterior  $r_0$  y el centro de la parte rotatoria. De esta manera puede reducirse aún más el tamaño global del producto mientras se mantiene una capacidad de volumen y presión deseada, dando lugar a una bomba de espiral compacta que requiere una cantidad de material reducida para una bomba de cierta capacidad.

De acuerdo con otra realización preferida, la parte rotatoria comprende al menos dos subpartes sustancialmente rígidas. Dos o más partes rígidas pueden ser combinadas de este modo para formar un diseño modular, proporcionando así una bomba escalable de acuerdo con necesidades específicas. Cada subparte podría comprender un canal de fluido espiral integrado individual. En una realización preferida son usadas dos subpartes que comprenden partes con simetría especular.

De acuerdo con una realización todavía más preferida, si en estado montado dos subpartes de acoplamiento contiguas delimitan conjuntamente el canal de fluido mediante su superficie de contacto, las partes rotatorias pueden ser ensambladas a partir de subpartes independientes que no comprendan aberturas internas. Subpartes que solo comprendan uno o más rebajos en su superficie exterior y que no comprendan aberturas internas pueden ser moldeadas por inyección o fabricadas mediante moldeo por rotación, moldeo por inyección o formación mediante vacío (doble lámina). Esto permite que las subpartes sean fabricadas en serie.

Además, una obstrucción en el canal de fluido espiral puede ser eliminada separando una de otra las subpartes de acoplamiento. El canal de fluido espiral se abre completamente cuando las dos subpartes contiguas son desmontadas para mantenimiento. De esta manera es posible eliminar obstrucciones creadas durante el uso.

Aunque es concebible que el canal de fluido esté dispuesto en una superficie que se extienda radialmente en solo una de las subpartes contiguas, se prefiere formar el canal de fluido mediante rebajos configurados en espiral dispuestos en lados de acoplamiento que se extiendan radialmente en ambas subpartes contiguas de la parte rotatoria. Esto permite que el canal de fluido comprenda una sección transversal sustancialmente redondeada, lo que es ventajoso para el flujo de fluido a través del canal y hace a este menos susceptible de obstruirse. En cualquier caso, un canal de fluido obstruido siempre puede ser abierto desmontando las subpartes.

De acuerdo con otra realización preferida, la parte rotatoria sustancialmente rígida comprende una cámara de presión en su eje de rotación o cerca de él. Si la parte rotatoria comprende múltiples canales de fluido espirales cuyas salidas están conectadas con la cámara de presión, dicha cámara de presión igualará las presiones.

Una bomba de espiral de acuerdo con la realización precedente preferiblemente comprende también un paso de fluido configurado para hacer pasar fluido a la presión incrementada desde la cámara de presión al exterior de la parte rotatoria rígida.

De acuerdo con todavía otra realización preferida, la parte rotatoria rígida está soportada a rotación por ambos lados mediante miembros de soporte. De modo más preferido todavía, el movimiento de rotación de la parte rotatoria en relación con los miembros de soporte es soportado por rodamientos hidrostáticos presurizados mediante parte del fluido presurizado que escapa de la cámara de presión a través de dichos rodamientos. Los rodamientos hidrostáticos presentan la ventaja de ser lubricados mediante una sustancia de fácil disposición. No hay necesidad, por ejemplo, de aceite lubricante, que requeriría juntas y mantenimiento en caso de fallo de rodamiento. Al prever rodamientos hidrostáticos la bomba funciona de manera más fiable, por lo que puede ser usada en sitios remotos y aislados, en los que el mantenimiento sea difícil.

De acuerdo con todavía otra realización preferida, el canal de fluido espiral tiene una sección transversal sustancialmente aplanada con una altura radial  $h$  y una anchura  $w$  transversal a ella, siendo la altura radial  $h$  menor que la anchura  $w$ . Una sección transversal aplanada de esta clase permite disponer más convoluciones en la distancia radial disponible, y permite por tanto conseguir que la bomba de espiral acumule más presión. Como se ha dicho antes, las convoluciones son dispuestas, preferiblemente, en la distancia radial entre la pared exterior y un radio menor o igual que la mitad del radio de dicha pared exterior.

De acuerdo con todavía otra realización preferida, si el canal de fluido espiral comprende una parte que se estreche de manera que su sección transversal se reduzca en la dirección del flujo, la presión del fluido es incrementada aún más.

De acuerdo con todavía otra realización preferida el canal de fluido espiral comprende una parte que se ensancha de manera que su sección transversal aumenta en la dirección del flujo, estando dispuesta dicha parte aguas debajo de

la parte que se estrecha en dicho canal de fluido espiral. La sección transversal del canal de fluido espiral primero se reduce en la parte que se estrecha antes de que aumente en la parte que se ensancha, desde su entrada en dirección a su salida. Una ventaja de este aumento consiste en minimizar el retorno de agua. Además, el volumen incrementado de la convolución permite facilitar en ella un volumen adicional de agua, permitiendo de manera efectiva añadir una o más vueltas adicionales posicionadas más hacia dentro que la mitad del radio  $r_0$ . Si la parte que se ensancha no existiera, la eficacia de tales espiras adicionales sería muy limitada porque el volumen de agua llenaría tal convolución completamente, lo que impediría generar presión adicional con eficacia como consecuencia del retorno.

Todavía otra realización preferida comprende un canal de fluido espiral que presenta una o más secciones con salientes internos. De acuerdo con un primer aspecto, estos salientes internos comprenden nervios longitudinales, esto es, nervios que se extienden en la dirección del flujo de manera que dirijan el flujo e impidan que este sea turbulento. Alternativamente, de acuerdo con un segundo aspecto, uno o más nervios están previstos formando ángulo con la dirección del flujo, por ejemplo, con una forma helicoidal que fuerce la rotación del fluido que corre.

De acuerdo con todavía otra realización preferida, el canal de fluido espiral a partir de su entrada se divide en múltiples canales de fluido con una superficie de sección transversal menor. Tales canales, que pueden ser fabricados usando una técnica de fabricación aditiva como impresión 3D, proporcionan una sección transversal menor para presurizar el fluido. De esa manera puede limitarse o evitarse completamente la turbulencia del flujo presurizado.

De acuerdo con otra realización preferida, dicha bomba de espiral comprende al menos otro canal de fluido espiral, de manera que el canal de fluido espiral y dicho al menos otro canal de fluido espiral están conectados en serie merced a la provisión de una conexión de fluido entre una convolución interior en un primer radio de salida del canal de fluido espiral y una convolución exterior en un segundo radio de entrada del otro canal de fluido espiral, siendo el segundo radio de entrada mayor que el primer radio de salida. Fluido ya presurizado en un primer canal de fluido espiral es hecho penetrar en un segundo canal de fluido espiral, lo que permite que el fluido ya presurizado en cierta medida sea presurizado todavía más. Puede aumentarse así la altura de elevación de la bomba de manera significativa. Las pruebas han indicado que un aumento de altura de elevación del 70% puede ser conseguido.

De acuerdo con otra realización preferida, la bomba de espiral comprende además un eje conectado a rotación con dicho cuerpo de soporte, siendo dicho eje hueco, al menos parcialmente, y comprendiendo un paso de fluido entre la cámara de presión y la parte hueca destinado a hacer pasar fluido a la presión incrementada desde la cámara de presión al exterior de la parte rotatoria rígida. Opcionalmente puede ser previsto un eje para soportar la parte rotatoria de la bomba de espiral. Esto es especialmente útil en el caso de una bomba de espiral de gran tamaño, como consecuencia, por ejemplo, de la combinación de múltiples subpartes rotatorias para formar una bomba de espiral grande.

De acuerdo con todavía otra realización preferida, el cuerpo de soporte de la bomba de espiral consiste en un cuerpo de soporte flotante destinado a estar sumergido parcialmente en un fluido. De este modo la bomba de espiral flota en la corriente de agua y por tanto puede ser situada y desplazada con facilidad.

Aunque los medios de accionamiento de las partes rotatorias podrían comprender un motor o una hélice con álabes, preferiblemente comprenden paletas dispuestas en torno a la circunferencia de dichas una o más partes rotatorias o cerca de ella. Las paletas podrían estar unidas con las partes rotatorias o integradas en ellas. No es necesario que se extiendan más allá del radio exterior, es decir, de la pared radialmente exterior de la parte o las partes rotatorias. De esta manera las partes rotatorias pueden ser hechas rotar usando un fluido que corra, por ejemplo, cuando la bomba de espiral esté dispuesta en una corriente de agua. Una corriente de agua que actúe sobre las palas para hacer rotar la parte rotatoria constituye un medio de accionamiento sencillo que, por otra parte, usa una fuente de energía natural.

La invención comprende también un método para fabricar una parte rotatoria de una bomba de espiral como la que ha sido descrita, siendo dicha parte rotatoria sustancialmente rígida y comprendiendo al menos un canal de fluido espiral integrado en un curso integrado en la parte rotatoria sustancialmente rígida, que comprende un método de fabricación que usa una técnica de fabricación aditiva como impresión 3D, o una técnica de moldeo tal como formación de doble lámina mediante vacío, moldeo por rotación o moldeo por inyección.

En la descripción que sigue se explican en mayor medida realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos, en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva de una bomba de espiral de acuerdo con la invención en una corriente de agua;

la figura 2 es una vista en perspectiva detallada de la bomba de espiral de la figura 1;

la figura 3 es una vista en sección transversal de la bomba de espiral de la figura 2;

la figura 4 es una vista en sección transversal de la parte rotatoria de la figura 3 de acuerdo con una primera realización;

la figura 5 es una vista en sección transversal de la parte rotatoria de la figura 3 de acuerdo con una segunda realización;

la figura 6 es una vista en sección transversal de la parte rotatoria de la figura 4 dispuesta en un soporte;

las figuras 7A y 7B muestran vistas en sección transversal de una parte rotatoria que comprende tres subpartes;

la figura 8 es una vista en sección transversal de una parte rotatoria que comprende cuatro subpartes;

la figura 9 es una vista en sección transversal de una parte rotatoria que comprende cinco o más subpartes;

5 la figura 10 es una vista en sección transversal de la parte rotatoria de la figura 8 dispuesta con un eje en un soporte;

la figura 11 es una vista en sección transversal detallada del eje y del rodamiento hidrostático de la realización de la figura 10;

la figura 12 es una vista en perspectiva de una bomba de espiral que comprende una parte rotatoria de acuerdo con las figuras 8 a 11;

10 la figura 13 es una vista en perspectiva de la bomba de espiral de acuerdo con una realización alternativa; y

la figura 14 es una vista en sección transversal detallada de la bomba de espiral de la figura 13.

La figura 1 muestra una corriente de agua en la que una bomba de espiral 1 de acuerdo con la invención está dispuesta entre postes 4, con los que un cuerpo de soporte flotante 16 de la bomba de espiral 1 está unido mediante cables 6. La bomba de espiral 1 es accionada merced al flujo de la corriente de agua 2, y el agua presurizada es transportada mediante una manguera de descarga 8 a un almacén temporal 10 (opcional) para ser usada después mediante una manguera de entrega 12.

En la realización mostrada, la bomba de espiral 1 comprende un cuerpo de soporte flotante 16 que consiste en un conjunto de dos partes flotantes exteriores 18 y una parte flotante intermedia 20 que conecta las dos partes flotantes exteriores 18. La parte flotante intermedia 20 comprende un ojo para atar un cable 6 de conexión de la bomba de espiral 1 con los postes 4 situados en la corriente de agua 2.

Dispuestos en las partes flotantes exteriores 18 del cuerpo de soporte flotante 16 hay un primer soporte 102 y un segundo soporte 106, mostrando la figura 2 solo el segundo soporte 106. Los soportes 102, 106 soportan la parte rotatoria rígida 24, que puede ser hecha rotar sobre un eje de rotación 34.

Como muestra la figura 2, la parte rotatoria rígida 24 comprende una entrada 30 de un canal de fluido espiral 28 en su pared radialmente exterior 26. Al fluir el curso de agua 2 contra las paletas 118, dispuestas también en la parte rotatoria rígida 24, dicha parte rotatoria rígida 24 empieza a rotar y la entrada 30 del canal de fluido espiral 28 a modo de cuchara extrae agua de la corriente de agua 2.

El agua y el aire presurizados en el canal de fluido espiral 28 de la bomba de espiral 1 son finalmente descargados mediante una manguera de descarga 8 conectada con el segundo soporte 106 por medio de un acoplador rotatorio 14.

La vista en sección transversal de la figura 3 muestra cómo el canal de fluido espiral 28 forma una espiral de aproximadamente seis convoluciones dispuestas en un plano sustancialmente transversal al eje de rotación 34. La entrada 30 del canal de fluido espiral 28 está situada en la pared radialmente exterior 26 de la parte rotatoria rígida 24, y la salida 32 del canal de fluido espiral 28 está conectada con la cámara de presión 36 cerca del eje de rotación 34, en el centro de la parte rotatoria rígida 24.

Aproximadamente cinco de las convoluciones mostradas del canal de fluido espiral 28 están dispuestas sustancialmente en la zona radial entre la pared radialmente exterior 26 de la parte rotatoria rígida 24 y un radio igual a la mitad del radio exterior  $r_0$ .

La figura 4 muestra una vista en sección transversal de la bomba de espiral 1 de las figuras 1-3. La parte rotatoria rígida 24 está formada por dos subpartes 38, 50 sustancialmente rígidas.

La subparte rotatoria exterior del primer tipo 38 consiste en una parte sustancialmente rígida configurada a modo de disco que comprende un lado exterior 40, un lado interior 42 y una pared radialmente exterior 44. Hay dispuesto en el lado interior 42 un rebajo 46 configurado en espiral que casa con un rebajo correspondiente configurado en espiral 58 dispuesto en el lado interior 54 de la subparte rotatoria exterior del segundo tipo 50. La subparte rotatoria exterior del segundo tipo 50 comprende también un lado exterior 52 y una pared radialmente exterior 56. Las subpartes rotatorias exteriores del primer tipo 38 y del segundo tipo 50 comprenden una abertura central 48, 60 respectivamente. De manera conjunta estas aberturas centrales 48, 60 en estado montado forman parte de la cámara de presión 36.

Una vez montadas las subpartes rotatorias exteriores 38, 50, sus rebajos 46, 58 respectivos de manera conjunta forman el canal de fluido espiral 28, que presenta una salida 32 en las aberturas centrales 48, 60, y por tanto también en la cámara de presión 36.

En la realización alternativa mostrada en la figura 5, dos subpartes rotatorias exteriores 62, 68 están acopladas de manera que forman un canal de fluido espiral 28 con una sección transversal aplanada de altura radial  $h$  y anchura  $w$  transversal a ella, siendo menor la altura radial  $h$  que la anchura  $w$ . La sección transversal aplanada del canal de fluido espiral 28 mostrado en la figura 5 tiene forma redondeada, más específicamente forma elíptica. Al ser menor la altura  $h$  de la sección transversal del canal de fluido espiral 28 que la anchura  $w$ , es posible disponer más convoluciones en una misma distancia radial: la figura 5 muestra siete convoluciones en la distancia radial que en la figura 4 solo comprende cinco convoluciones.

Dos o más subpartes que hayan de ser montadas, por ejemplo, la subparte rotatoria exterior del primer tipo 38 y la subparte rotatoria exterior del segundo tipo 50 mostradas en la figura 4, son dispuestas entre una primera brida 98 y una segunda brida 100 (figura 6). Las bridas 98, 100 pueden ser hechas rotar en torno al primer soporte 102 y al segundo soporte 106. Hay previsto un rodamiento hidrostático 116 porque el fluido presurizado en la cámara de presión 36 escapa parcialmente por la superficie de contacto entre las bridas 98, 100 y sus soportes 102, 106 respectivos.

El primer soporte 102 y/o el segundo soporte 106 están provistos de un paso de fluido 104, 108 respectivo para descargar el fluido presurizado de la cámara de presión 36 a través del acoplador rotatorio 14 y una manguera de descarga 8, después de lo cual puede ser usado para aplicaciones diferentes.

De acuerdo con la invención, si la capacidad de volumen de salida de la bomba de espiral 1 mostrada en las figuras 1 a 6 es insuficiente, la bomba de espiral 1 puede ser ampliada usando partes modulares, como muestran las figuras 7A, 7B, 8 y 9.

Las figuras 7A y 7B muestran el modo en que una subparte rotatoria de conexión del primer tipo 74 está dispuesta entre una subparte rotatoria exterior del primer tipo 38 y una subparte rotatoria exterior del segundo tipo 50, es decir, entre las dos subpartes 38, 50 usadas también en la realización de las figuras 1 a 4 y 6. En comparación con la realización anterior, las subpartes rotatorias exteriores 38, 50 han sido hechas rotar una en relación con otra para hacerlas casar con la subparte rotatoria de conexión del primer tipo 74. Dicha subparte rotatoria de conexión del primer tipo 74 comprende un primer lado 76, un segundo lado 78, una pared radialmente exterior 80 y una abertura central 84. Los lados primero 76 y segundo 78 están provistos de un rebajo 82 configurado en espiral que casa con la subparte rotatoria exterior 38, 50 correspondiente. En estado montado, la parte rotatoria rígida 24 que muestra la figura 5 comprende dos canales de fluido espirales 28 integrados que presentan una salida 32 en su abertura central 48, 60, 84 respectiva. De manera conjunta, dichas aberturas centrales 48, 60, 84 forman la cámara de presión 36. Nótese que en la realización mostrada en las figuras 7A y 7B los canales de fluido espirales 28 están desplazados angularmente 180° uno con respecto a otro.

De acuerdo con otra realización opcional, el fluido presurizado en un primer canal espiral (por ejemplo, el canal de fluido espiral izquierdo de la figura 7A) es hecho penetrar en otro canal de fluido espiral (por ejemplo, el canal de fluido espiral derecho de la figura 7A), lo que permite aumentar significativamente la altura de elevación. Durante ensayos prácticos se logró un aumento del 70% de la altura de elevación. La figura 8 muestra una parte rotatoria rígida 24 que comprende un total de tres canales de fluido espirales 28 integrados. De manera conjunta, la subparte rotatoria de conexión del primer tipo 74 mostrada en la figura 7B y una subparte rotatoria de conexión del segundo tipo 86 forman partes intermedias dispuestas entre la subparte rotatoria exterior del primer tipo 38 y la subparte rotatoria exterior del segundo tipo 50. En la realización mostrada en la figura 8, la subparte rotatoria de conexión del segundo tipo 86 es una versión especular de la subparte rotatoria de conexión del primer tipo 74, dispuesta junto a la subparte rotatoria de conexión del segundo tipo 86. De manera conjunta, las aberturas centrales 48, 60, 84, 96 forman también una cámara de presión 36 en la que acaban las tres salidas 32 (no mostradas) de los canales 28 de fluido espirales. Todas las salidas 32 de los canales de fluido espirales 28 acaban en una misma cámara de presión 36 que cumple la función de cámara de igualación de presiones.

Como muestra la figura 9, el diseño modular puede ser ampliado aún más usando las subpartes descritas. Nótese que canales de fluido espiral 28 sucesivos están desplazados angularmente 180° uno con respecto a otro. Los expertos en la técnica entenderán que resulta posible una entrega de bomba aún más distribuida merced a la provisión de más subpartes rotatorias de conexión (no mostradas) adecuadas para distribuir varios canales de fluido espirales en el arco total de 360°. Por ejemplo, podrían ser dispuestos tres canales de fluido espirales 28 desplazados angularmente 120° uno con respecto a otro. De igual manera, en caso de cuatro canales de fluido espirales 28 podría ser deseable un desplazamiento angular de 90°.

Opcionalmente puede conseguirse la cancelación de fases de salida de los diferentes canales de fluido espirales con el fin de crear un flujo de salida más continuo merced a la provisión de canales, por ejemplo tubos flexibles, con longitudes diferentes entre las salidas de los canales de fluido espirales respectivos y la cámara de presión 36 que funcione como cámara de salida mutua.

Las realizaciones mostradas hasta ahora solo requieren que otras subpartes rotatorias de conexión 74, 86 sean dispuestas entre las subpartes rotatorias exteriores 38, 50 para ampliar la bomba de espiral 1. Pero si la bomba de espiral 1 se amplía con un número mayor de subpartes 38, 74, 86, 50 podría ser deseable incorporar un eje hueco 110 dispuesto entre el primer soporte 102 y el segundo soporte 106.

El eje 110 está provisto de pasos 112 de fluido que permiten que fluido presurizado de la cámara de presión 36 penetre en el tubo hueco del eje 110, después de lo cual puede ser transportado a través de otro paso 108 de fluido hacia un acoplador rotatorio 14 y una manguera de descarga 8.

- 5 De modo preferido el eje 110 comprende, cerca de los extremos del eje 110, otros pasos 114 de fluido, a través de dichos pasos 114 una pequeña cantidad de fluido presurizado sale del espacio hueco del eje 110 para cumplir la función de lubricación del rodamiento hidrostático 116 (figuras 10 y 11).

- 10 Cuando la bomba de espiral 1 de acuerdo con la invención es ampliada por inserción de una o más subpartes rotatorias de conexión 86, 74 entre las subpartes rotatorias exteriores 50, 38 es necesario adaptar el cuerpo de soporte flotante 16 de manera correspondiente. Por esta razón hay previstas partes flotantes 20 intermedias. Dichas partes flotantes 20 intermedias pueden estar dotadas de un ojo de conexión 22 que permita atar la bomba de espiral 1 a postes 4 mediante cables 6 en la corriente de agua 2.

Las paletas 118 pueden comprender espigas 120 que ajusten en agujeros receptores 122 dispuestos en la pared radialmente exterior 26 de la parte rotatoria rígida 24. Alternativamente, las paletas podrían estar integradas con la parte rotatoria 24.

- 15 Las figuras 13 y 14 muestran una realización alternativa 224 de una parte rotatoria de una bomba de espiral de acuerdo con la invención. La realización muestra una parte rotatoria rígida 224 que comprende dos canales de fluido espirales 128, 129. Como puede verse en la sección transversal de la figura 14, la parte rotatoria rígida 224 se obtiene por arrollamiento de un perfil extrudido en W que forma un primer canal de fluido espiral 128 y un segundo canal de fluido espiral 129, con un tabique 130 entre ellos.

- 20 Los expertos entenderán que pueden ser usados perfiles con formas alternativas, por ejemplo, perfiles en U o perfiles con sección transversal rectangular, pero que darían lugar a paredes "dobles" que requerirían material adicional e incrementarían innecesariamente el peso. Un perfil en W es ventajoso por proporcionar una parte rotatoria 224 con dos canales espirales 128, 129 y dar lugar a un tabique 130 delgado. Un perfil en U es recomendable si ha de ser formado solo un canal espiral 128.

- 25 Una vez arrollados los perfiles extrudidos, la base 131 del perfil en W constituye el cierre de una convolución anterior, dando lugar a canales de fluido espirales 128, 129 cerrados.

- 30 Como muestra la figura 14, las patas 132 del perfil en W están provistas de medios de bloqueo 133 en forma de salientes 134 dispuestos en el extremo exterior de dichas patas 132. Estos salientes 134 son aplicables con rebajos correspondientes 135 previstos en o cerca de la propia base 131 del perfil o bien en las patas 132, cerca de la base 131.

De acuerdo con otra realización (no mostrada) pueden ser dispuestos uno o más tabiques que separen los canales de fluido espirales. Los múltiples canales de fluido espirales formados de esta manera pueden ser conectados en serie como ha sido explicado en lo que antecede, con el fin de aumentar aún más la altura de elevación de la bomba de espiral.

- 35 En resumen, la bomba de espiral 1 propuesta ofrece una construcción fiable. Otra ventaja con respecto a las bombas de espiral de la técnica anterior es la facilidad de fabricación (en serie), por ejemplo, usando partes moldeadas por inyección. Además, la construcción puede ser relativamente ligera y de tamaño limitado. El diseño modular, por otra parte, permite la escalabilidad de la bomba.

- 40 Aunque son realizaciones preferidas, las realizaciones descritas están destinadas solo a ilustrar la invención, sin limitar en modo alguno su alcance. Por ejemplo, el cuerpo de soporte no ha de ser necesariamente un cuerpo de soporte flotante, sino que podría comprender también una construcción rígida.

De esta manera, debe entenderse que cuando particularidades mencionadas en las reivindicaciones adjuntas vayan seguidas de signos de referencia, tales signos se incluyen solo para mejorar la inteligibilidad de las reivindicaciones, sin limitar su alcance.

- 45 Además, se hace notar en particular que los expertos pueden combinar medidas técnicas de las diferentes realizaciones. Por ejemplo, la forma de sección transversal mostrada en la figura 5 podría ser combinada con cualquiera de las demás realizaciones.

El alcance de la invención, por tanto, se define solamente mediante las reivindicaciones que siguen.

# REIVINDICACIONES

1. Bomba de espiral (1), que comprende:

- un cuerpo de soporte (16);

5 - al menos una o más partes rotatorias sustancialmente rígidas (24) que pueden ser hechas rotar en relación con dicho cuerpo de soporte (16), comprendiendo dichas una o más partes rotatorias (24) al menos un canal de fluido espiral (28) que presenta una entrada (30) de recepción de fluido en la pared radialmente exterior de dicha una o más partes rotatorias (24) o cerca de ella, y una salida (32) de descarga de fluido con una presión incrementada en su eje de rotación (34) o cerca de él;

10 - un paso (108) de fluido, destinado a hacer pasar fluido a la presión incrementada desde el interior de dichas una o más partes rotatorias rígidas (24) al exterior de dichas una o más partes rotatorias rígidas (24), dispuesto en el eje de rotación (34) o cerca de él; y

- medios de accionamiento (118) para impulsar a rotación dichas una o más partes rotatorias (24);

- siendo el canal de fluido espiral (28) un canal de fluido espiral (28) integrado, con un curso integrado en dichas una o más partes rotatorias sustancialmente rígidas (24),

15 **caracterizado por que** dichas una o más partes rotatorias (24) comprenden al menos dos subpartes sustancialmente rígidas opuestas con respecto al canal de fluido espiral (28) integrado, y dos subpartes de acoplamiento contiguas están conectadas directamente en estado montado, delimitando conjuntamente el canal (28) de fluido entre ambas.

2. Bomba de espiral (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho canal de fluido espiral (28) comprende al menos dos convoluciones dispuestas en un plano sustancialmente transversal al eje de rotación (34).

20 3. Bomba de espiral (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que la pared radialmente exterior de dichas una o más partes rotatorias (24) tiene un radio exterior  $r_0$ , estando dispuestas las convoluciones al menos en la zona entre dicha pared radialmente exterior de dichas una o más partes rotatorias (24) y un radio igual a la mitad del radio exterior  $r_0$ .

25 4. Bomba de espiral (1) de acuerdo con la reivindicación 3, en la que hay dispuesta al menos otra convolución del canal de fluido (28) en la distancia radial entre la mitad del radio exterior  $r_0$  y el centro de la parte rotatoria (24).

5. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el canal de fluido (28) está formado por rebajos configurados en espiral dispuestos en lados de acoplamiento que se extienden radialmente en ambas subpartes contiguas de dichas una o más partes rotatorias (24).

30 6. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dichas una o más subpartes rotatorias sustancialmente rígidas (24) comprenden una cámara de presión (36) en su eje de rotación (34) o cerca de él, y en la que el paso de fluido (108) está destinado a hacer pasar fluido a la presión incrementada desde la cámara de presión (36) al exterior de la parte rotatoria rígida (24).

35 7. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el canal de fluido espiral (28) tiene una sección transversal sustancialmente aplanada con una altura radial  $h$  y una anchura  $w$  transversal a ella, siendo la altura radial  $h$  menor que la anchura  $w$ .

8. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el canal de fluido espiral (28) comprende una parte que se estrecha de manera que su sección transversal se reduce en la dirección del flujo.

40 9. Bomba de espiral (1) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el canal de fluido espiral (28) comprende una parte que se ensancha de manera que su sección transversal aumenta en la dirección del flujo, estando dispuesta dicha parte que se ensancha en dicho canal de fluido espiral (28) aguas debajo de la parte que se estrecha.

10. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el canal de fluido espiral (28) en la dirección que se aleja de la entrada (30) se divide en múltiples canales de fluido con una zona de sección transversal menor.

45 11. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos otro canal de fluido espiral (28), estando el canal de fluido espiral (28) y el otro canal de fluido espiral (28) conectados en serie merced a la provisión de una conexión de fluido entre una convolución en un primer radio de salida del canal de fluido espiral (28) y una convolución exterior en un segundo radio de entrada del otro canal de fluido espiral (28), siendo el segundo radio de entrada mayor que el primer radio de salida.

50 12. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un eje conectado, al menos parcialmente, en rotación con dicho cuerpo de soporte (16), siendo dicho eje al menos

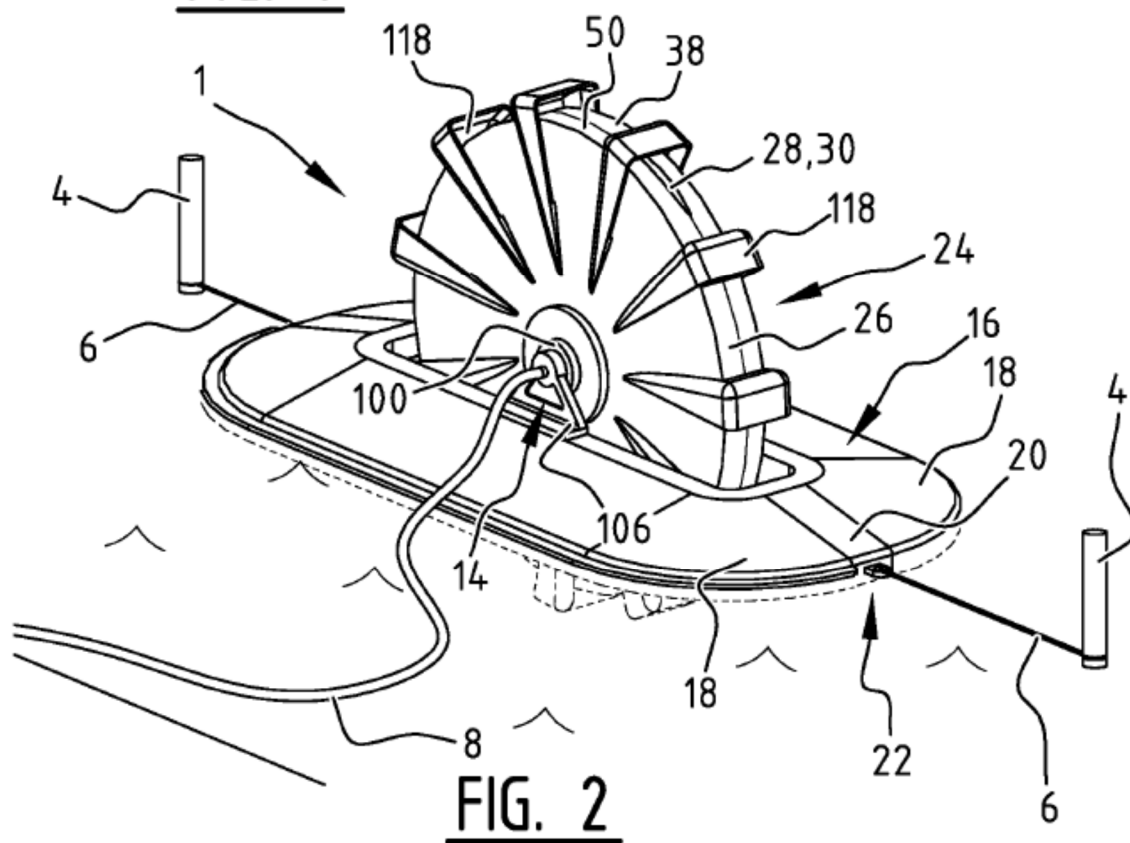
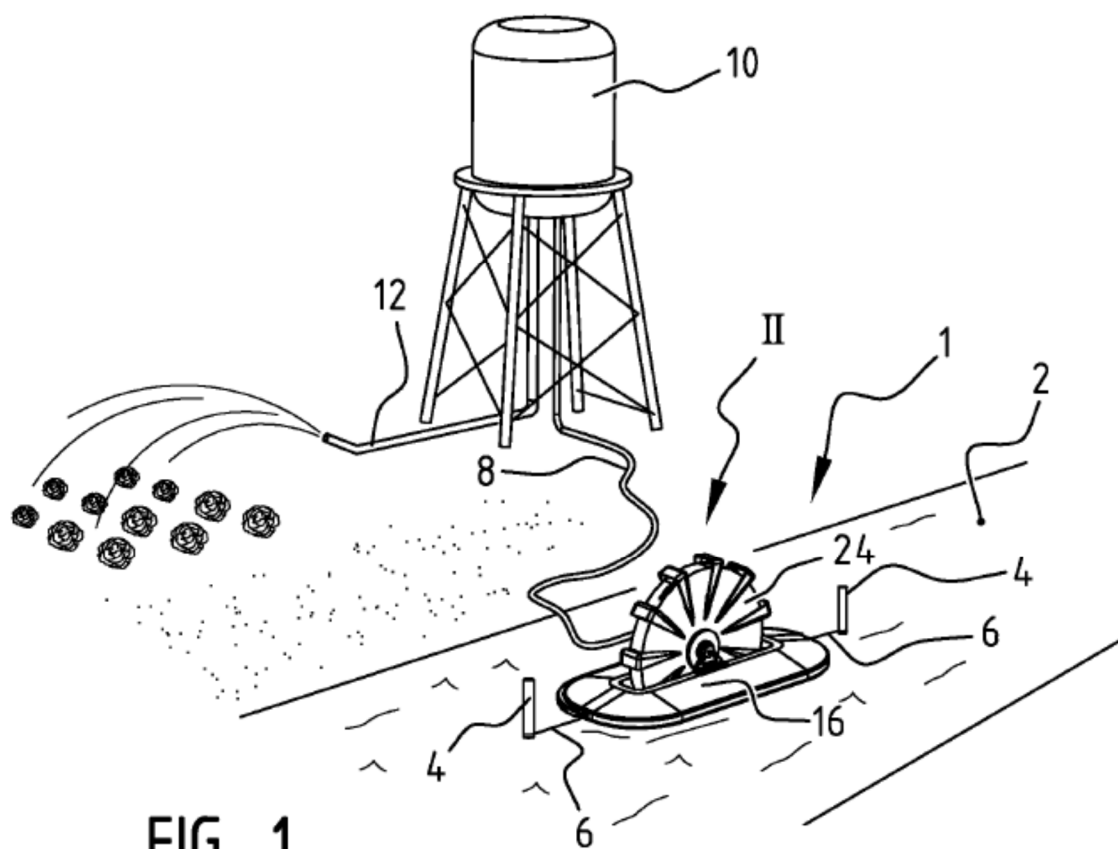
parcialmente hueco y comprendiendo el paso de fluido (108) entre la cámara de presión (36) y la parte hueca, a fin de formar el paso de fluido (108) configurado para pasar el fluido a la presión incrementada desde la cámara de presión (36) al exterior de dichas una o más partes rotatorias rígidas (24).

5 13. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el cuerpo de soporte (16) consiste en un cuerpo de soporte flotante destinado a estar sumergido parcialmente en un fluido.

14. Bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los medios de accionamiento de dichas una o más partes rotatorias (24) comprenden paletas (118) dispuestas en torno a la circunferencia de dichas una o más partes rotatorias (24) o cerca de ella.

10 15. Método para fabricar una parte rotatoria (24) de una bomba de espiral (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, por el que dicha parte rotatoria (24) es una parte rotatoria sustancialmente rígida (24) que comprende al menos un canal de fluido espiral (28) integrado, con un curso integrado en la parte rotatoria sustancialmente rígida (24), que comprende un método de fabricación que usa una técnica de fabricación aditiva como impresión por 3D, o una técnica de moldeo tal como formación de doble lámina mediante vacío, moldeo por rotación o moldeo por inyección.

15



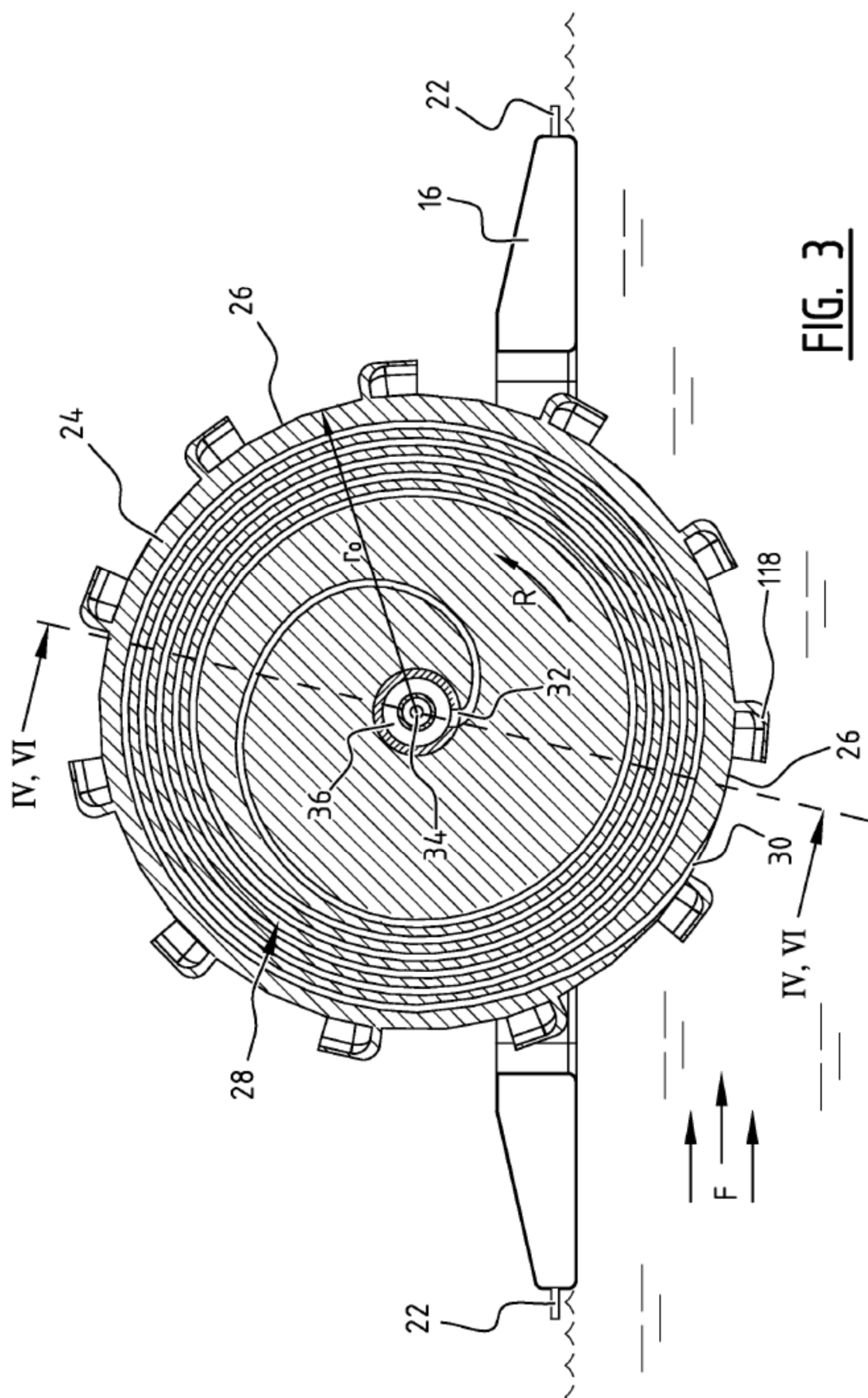
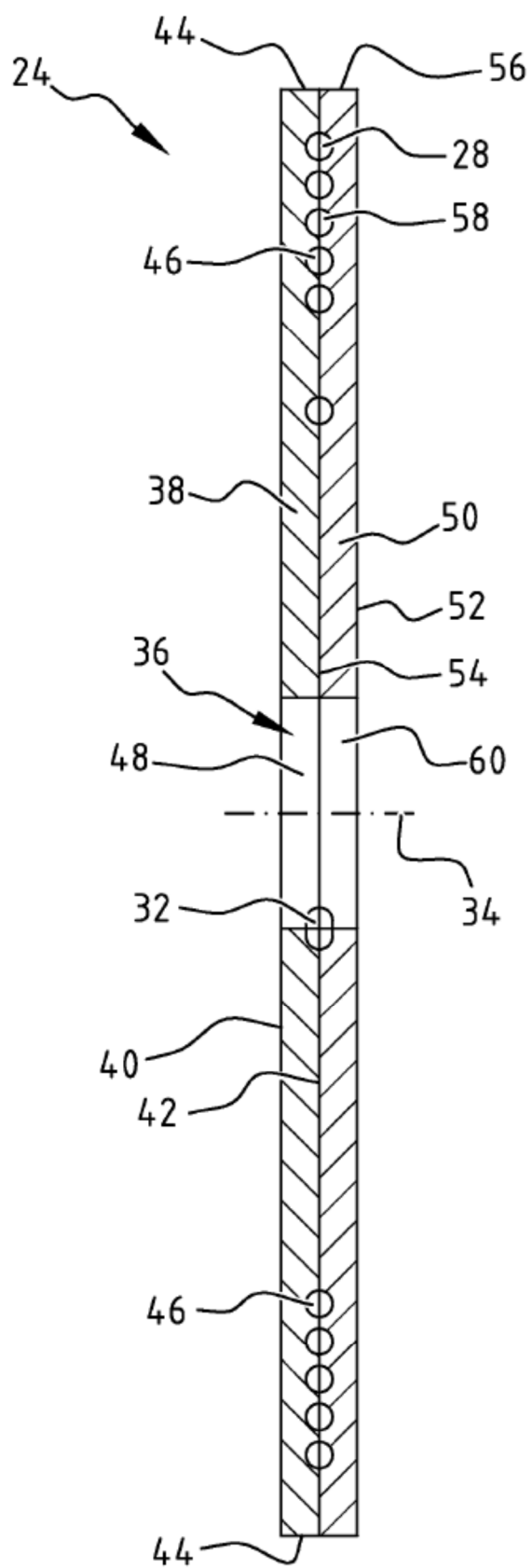
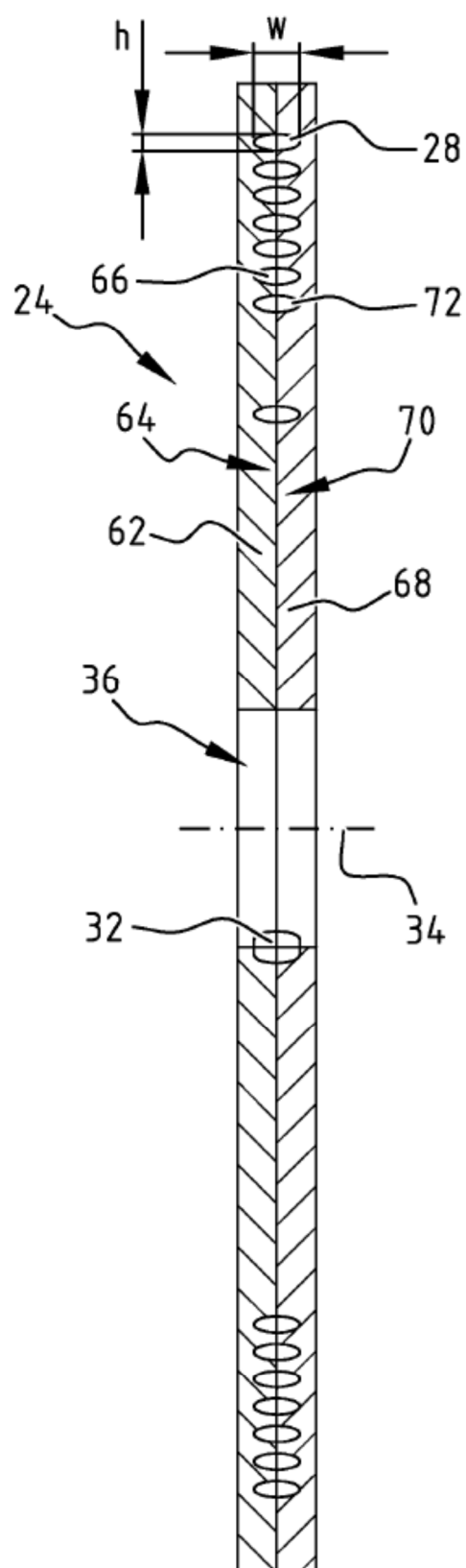


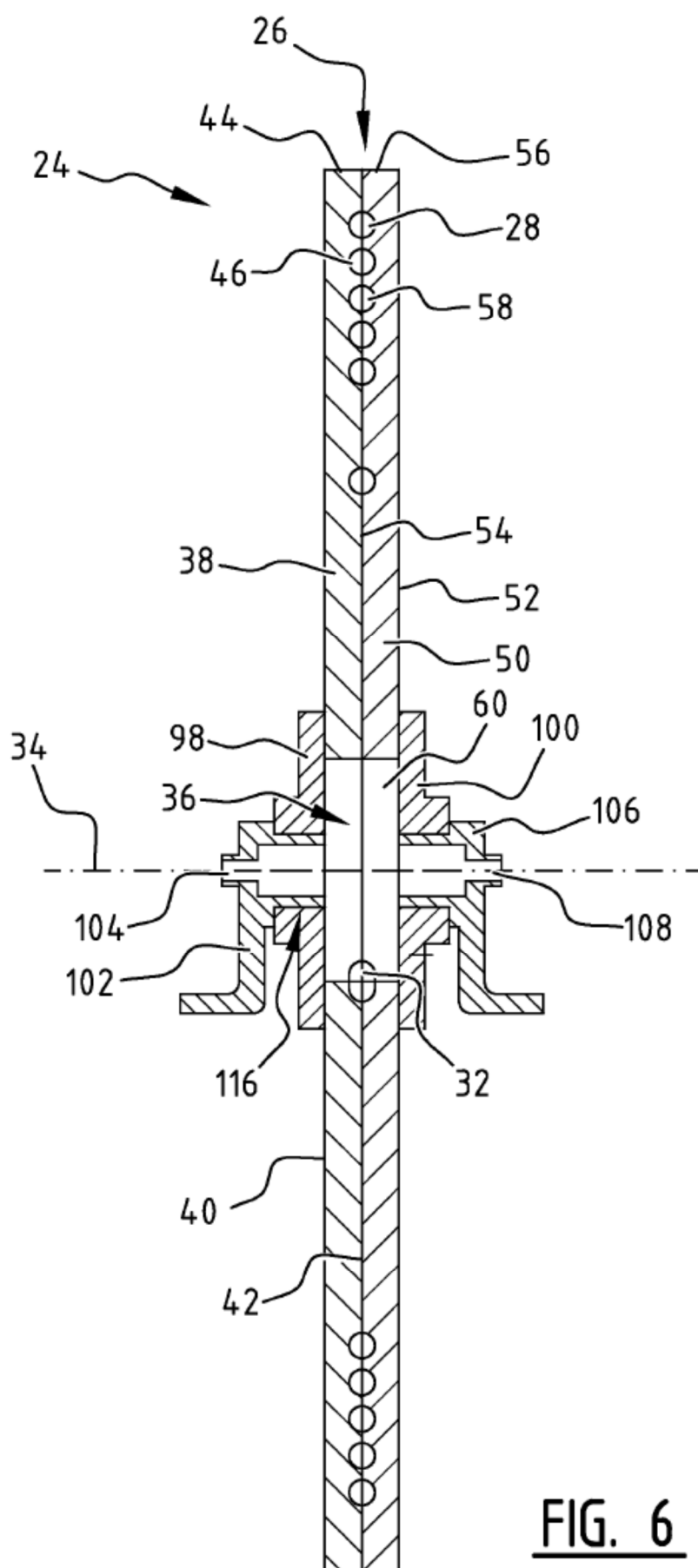
FIG. 3



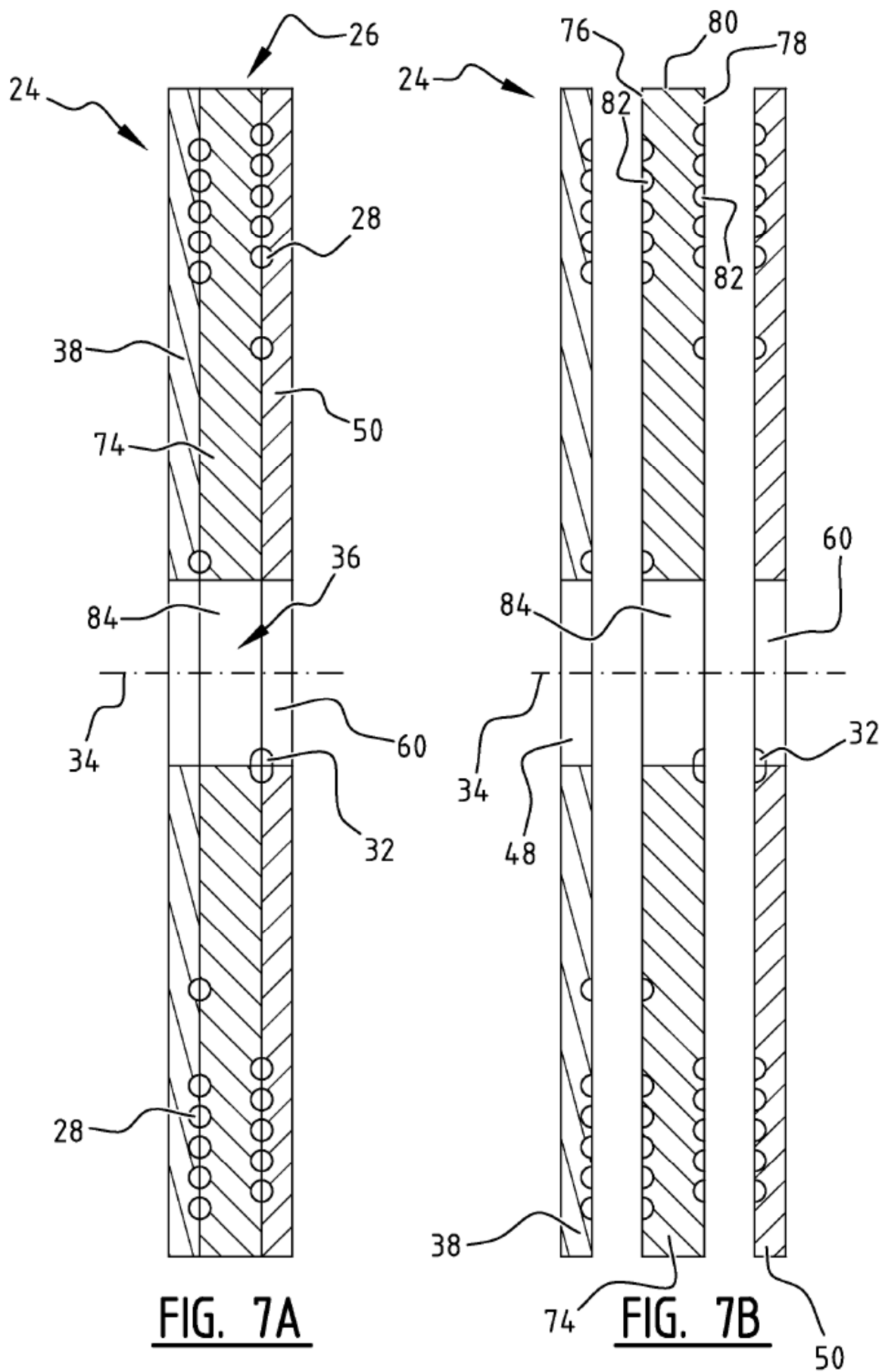
**FIG. 4**

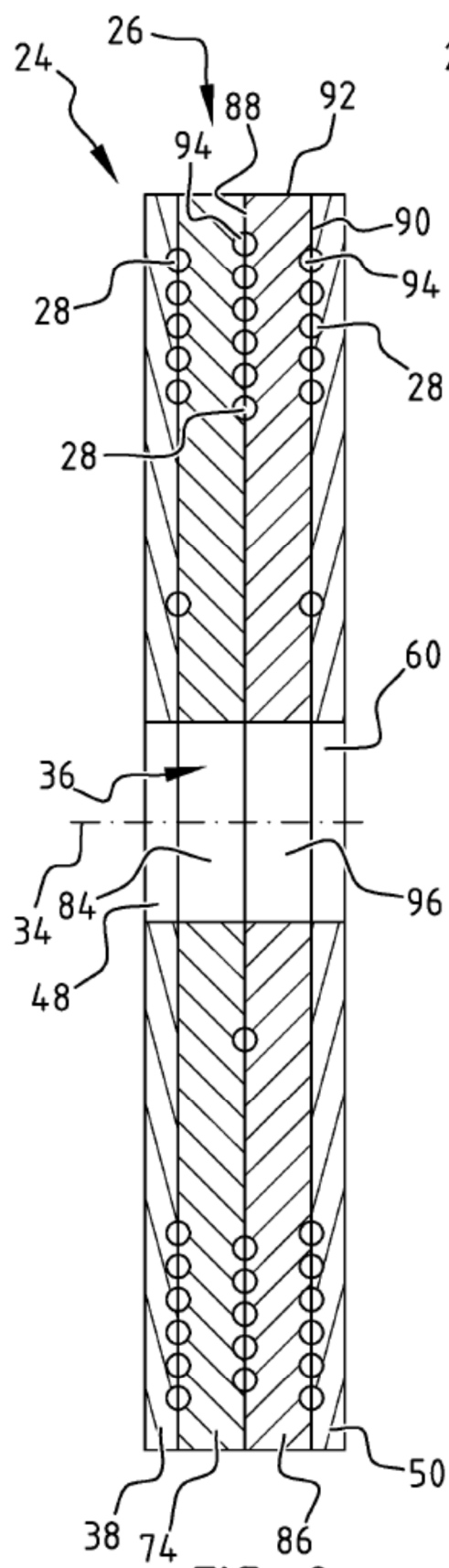


**FIG. 5**

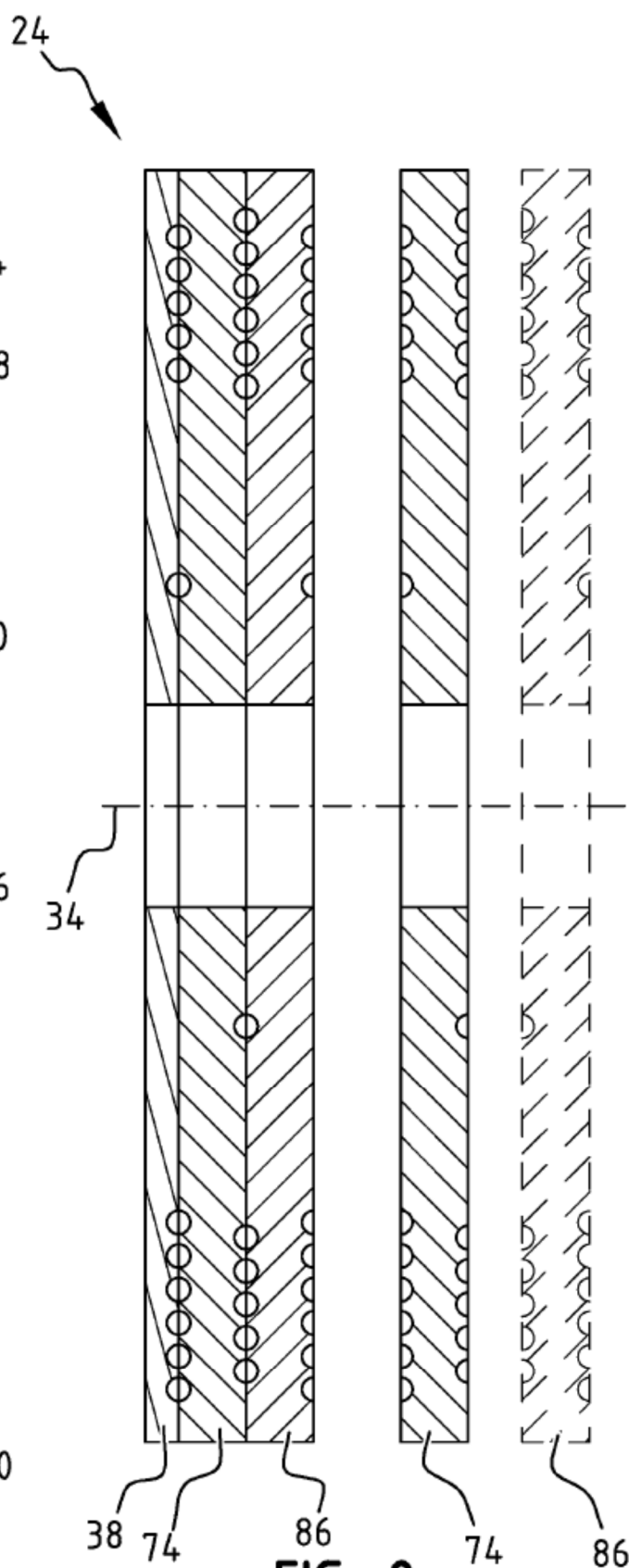


**FIG. 6**

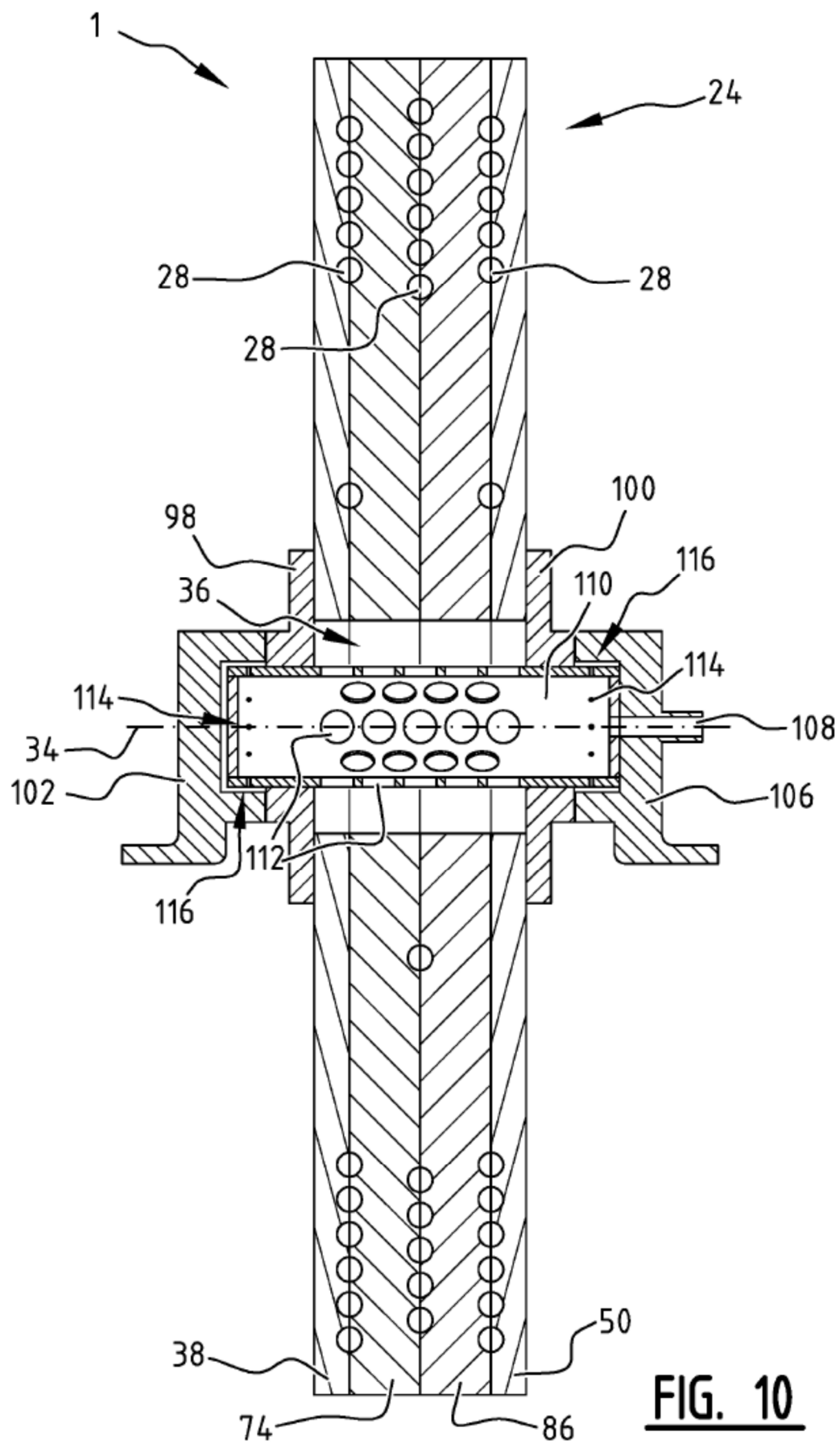




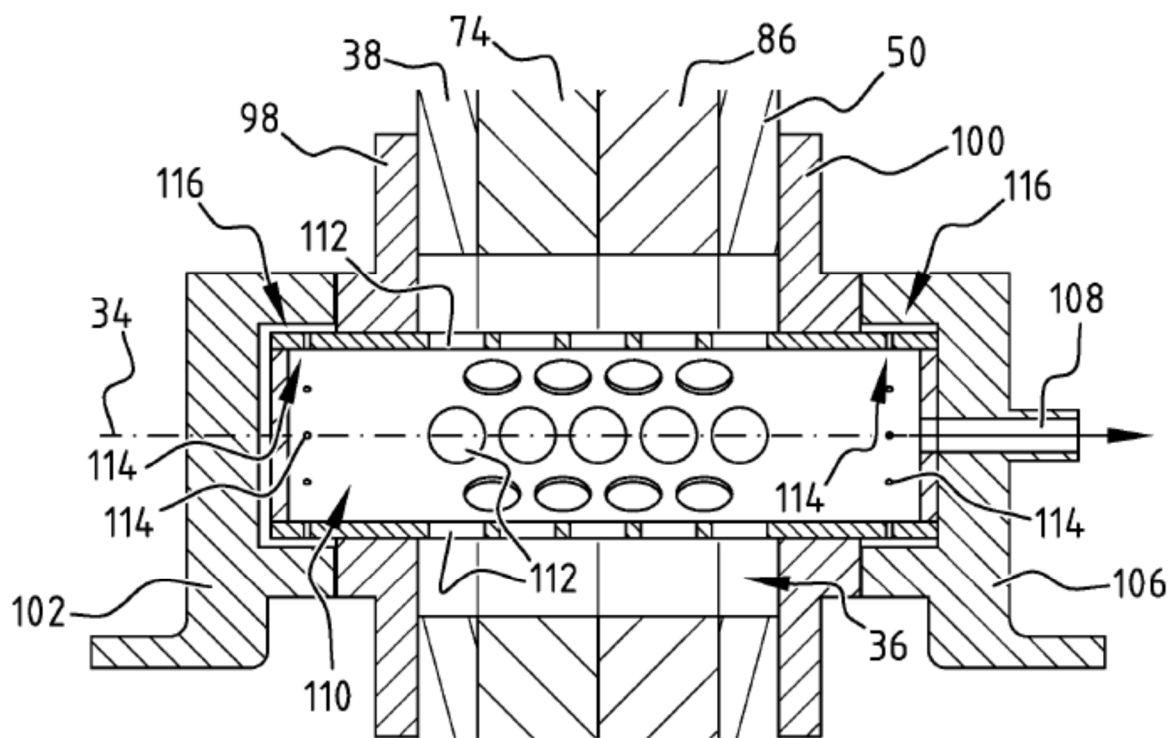
**FIG. 8**



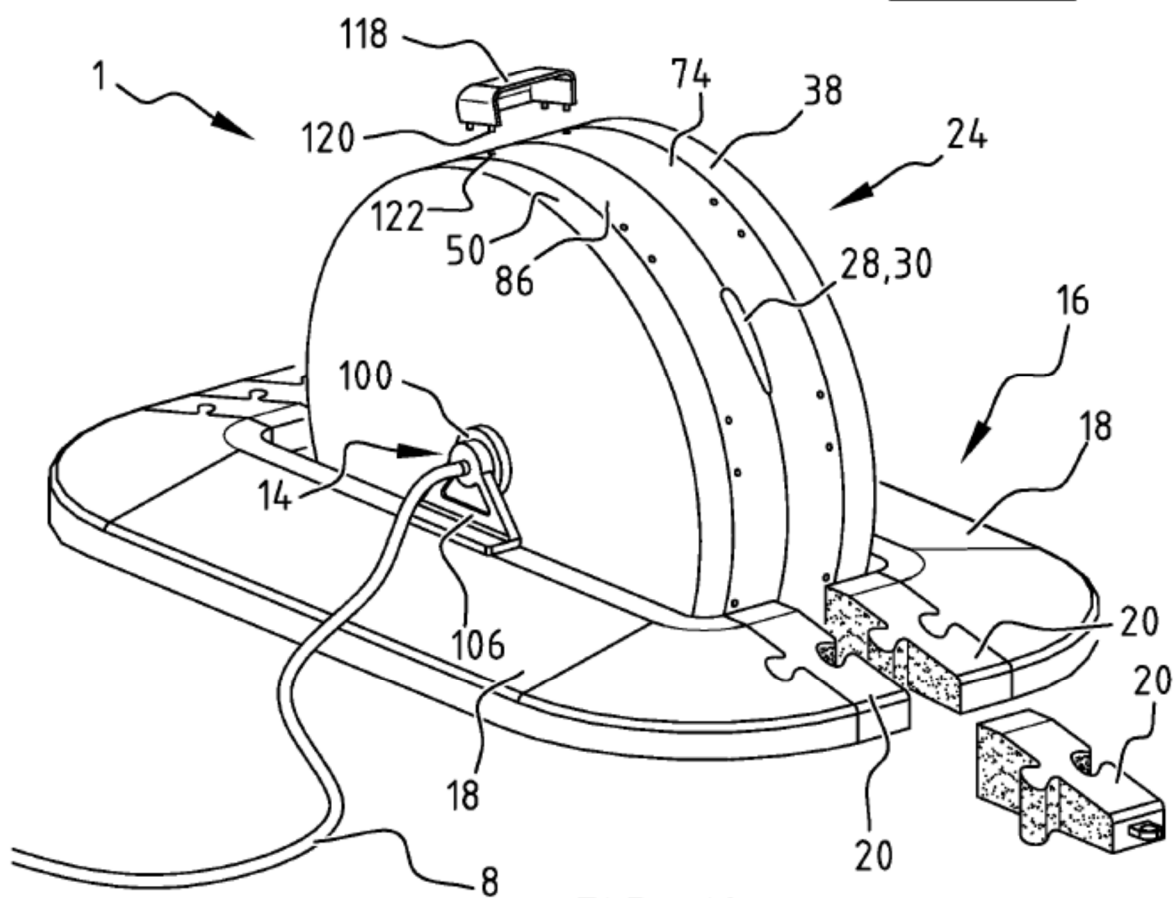
**FIG. 9**



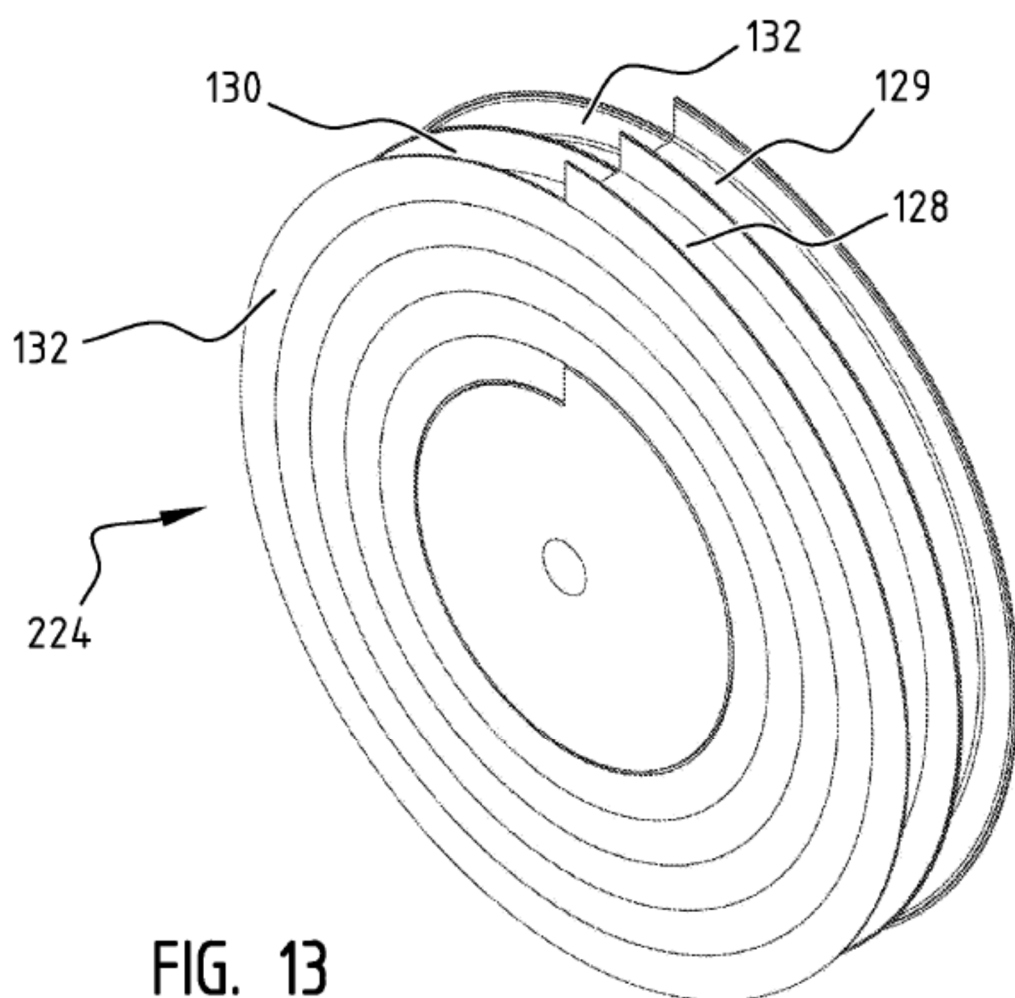
**FIG. 10**



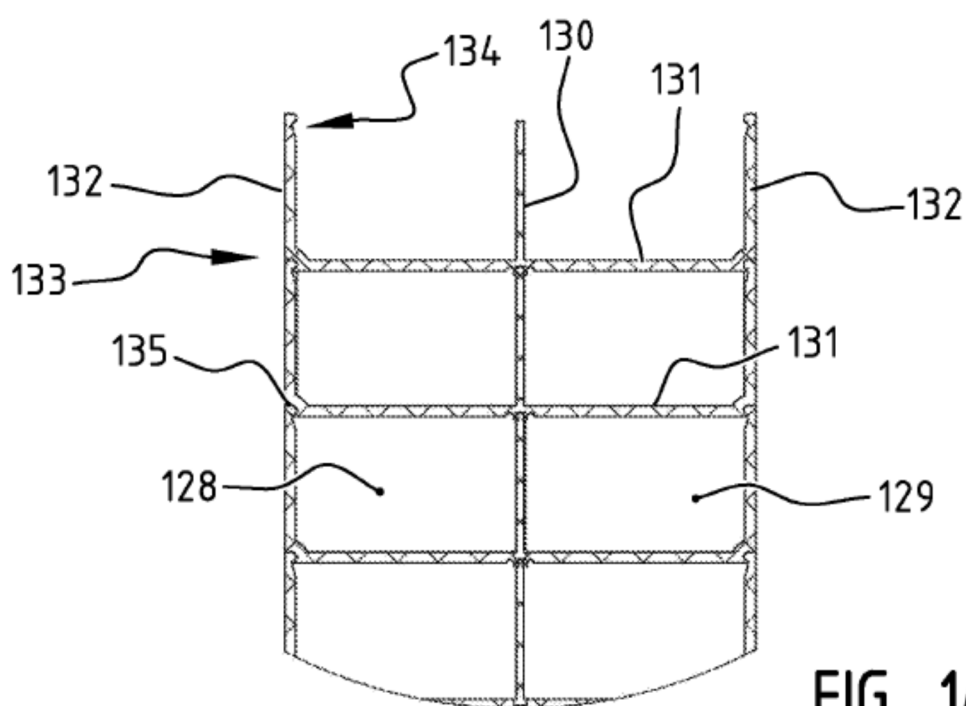
**FIG. 11**



**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**