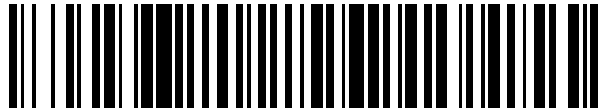


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 163**

51 Int. Cl.:

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>G21C 17/013</b> | (2006.01) |
| <b>H01F 27/00</b>  | (2006.01) |
| <b>B63G 8/00</b>   | (2006.01) |
| <b>B63G 8/08</b>   | (2006.01) |
| <b>B63G 8/22</b>   | (2006.01) |
| <b>G01M 3/38</b>   | (2006.01) |
| <b>E21B 23/00</b>  | (2006.01) |
| <b>H01F 27/12</b>  | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2015 PCT/US2015/058718**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2016 WO16073405**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2015 E 15797211 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3216028**

54 Título: **Vehículo de inspección in-situ de transformador con un casco de jaula**

30 Prioridad:

**07.11.2014 US 201414535417**

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

**28.12.2020**

73 Titular/es:

**ABB POWER GRIDS SWITZERLAND AG (100.0%)  
Bruggerstrasse 72  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**ROSSANO, GREGORY F.;  
EAKINS, WILLIAM;  
LASKO, DANIEL T.;  
FUHLBRIGGE, THOMAS A.;  
SALM, ANDREW M. y  
ZHANG, GEORGE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 800 163 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

Vehículo de inspección in-situ de transformador con un casco de jaula

### Campo técnico

- 5 Generalmente, la presente invención se dirige a sistemas de inspección de transformadores. Específicamente, la presente invención se dirige a un dispositivo de inspección controlado a distancia insertado en un transformador lleno de líquido. Más particularmente, la presente invención se dirige a un dispositivo de inspección que tiene un casco de jaula con aberturas a través del mismo que reduce la turbulencia a medida que el dispositivo se mueve en el aceite de un transformador.

### Antecedentes de la técnica

- 10 Los transformadores de potencia llenos de líquido son uno de los componentes clave en la transformación y distribución de energía. El líquido se utiliza para enfriar los componentes internos del transformador durante su funcionamiento. Como es bien entendido, los grandes transformadores de potencia llenos de líquido son extremadamente pesados y difíciles de transportar y reemplazar. Tienen una vida útil limitada y periódicamente se necesita mantenimiento y reparación.
- 15 Si bien ahora se utilizan técnicas no invasivas para identificar posibles problemas que pueda tener el transformador; la forma común de observar directamente los devanados, cables, soportes y conectores dentro de un tanque transformador es drenar el líquido desde el tanque transformador y enviar a una persona a través de una boca de inspección o abrir el tanque de transformador cortando una placa superior del tanque. Por lo tanto, en la técnica existe la necesidad de un dispositivo que se mueva fácilmente en una materia controlada para la inspección in situ de un transformador.
- 20

Los documentos WO 2010/040171, EP 2 762 279 y WO 2013/152974 muestran dispositivos que son adecuados para moverse en un medio fluido, pero cuyo control puede mejorarse significativamente.

### Compendio de la invención

- 25 En la reivindicación 1 se proporciona un dispositivo de inspección para usar en un contenedor de fluido según la presente invención. En las reivindicaciones 2 a 9 se proporcionan realizaciones preferidas.

### Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos adjuntos. Las figuras pueden o no estar dibujadas a escala y las proporciones de ciertas partes pueden exagerarse para conveniencia de la ilustración:

- 30 La Figura 1 es un dibujo esquemático de un dispositivo de inspección de la técnica anterior;
- La Figura 2 es una simulación de flujo esquemática del dispositivo de inspección de la técnica anterior que muestra la turbulencia generada por dicho dispositivo;
- La Figura 3 es una vista en perspectiva trasero de un dispositivo de inspección realizado de acuerdo con los conceptos de la presente invención;
- 35 La Figura 4 es una vista en sección transversal del dispositivo de inspección realizado de acuerdo con conceptos de la presente invención;
- La Figura 5 es una vista en alzado frontal del dispositivo de inspección realizado de acuerdo con los conceptos de la presente invención;
- 40 La Figura 6 es una vista en perspectiva de un casco de jaula utilizado por el dispositivo de inspección que encierra sustancialmente los componentes internos del dispositivo de acuerdo con los conceptos de la presente invención;
- La Figura 7A es una vista en planta superior de una barra ejemplar utilizada con una pluralidad de otras barras para formar el casco de jaula de acuerdo con los conceptos de la presente invención;
- La Figura 7B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 7B-7B de la Figura 7A de la barra ejemplar;
- 45 La Figura 8 es una vista en alzado frontal del casco de jaula con los componentes internos retirados de acuerdo con los conceptos de la presente invención;
- La Figura 9 es una vista en alzado lateral del casco de jaula con los componentes internos retirados de acuerdo con los conceptos de la presente invención;

La Figura 10 es una vista en alzado en sección transversal del casco de jaula con los componentes internos retirados de acuerdo con los conceptos de la presente invención. y

La Figura 11 es una simulación de flujo esquemática del dispositivo de inspección que muestra la turbulencia reducida generada por dicho dispositivo.

5 **Descripción detallada de la invención**

Con referencia ahora a los dibujos y en particular a las Figuras 1 y 2 se puede ver que un dispositivo de inspección de la técnica anterior se designa generalmente con el número 20. El dispositivo 20 se utiliza para la inspección de un transformador que contiene componentes eléctricos de alto voltaje sumergidos en un fluido de enfriamiento como el aceite. El transformador no se muestra, pero los expertos apreciarán que la inspección se produce solo cuando el transformador está fuera de línea o no está en uso. Como apreciarán los expertos, el transformador utiliza fluido de enfriamiento para mantener y dispersar el calor generado por los componentes internos durante el funcionamiento del transformador. Aunque el dispositivo de inspección de la técnica anterior y la presente realización que se discutirán se dirigen a sistemas para inspeccionar transformadores eléctricos, se apreciará que las enseñanzas divulgadas en el presente documento pueden ser aplicables a cualquier dispositivo de inspección utilizado en un contenedor sellado de volumen relativamente grande, como un tanque, que mantiene un fluido. El transformador se mantiene en una configuración sellada para evitar la entrada de contaminantes u otra materia. El tanque estará provisto de al menos una abertura para permitir el llenado y/o drenaje del fluido de enfriamiento. Para reducir el tiempo de inactividad del vaciado de un transformador del fluido de enfriamiento y realizar una inspección visual manual, el uso del dispositivo de inspección 20 permite una inspección remota sin tener que drenar el fluido de enfriamiento del tanque.

El dispositivo de inspección de la técnica anterior 20 es insertable en el transformador o contenedor sellado y es movable utilizando un control remoto inalámbrico no atado. El dispositivo de inspección 20 proporciona una carcasa 22 que encierra totalmente una serie de sensores y componentes electrónicos de control 24, como una cámara o similar. Uno de los propósitos de la carcasa es proteger los componentes internos del dispositivo. La carcasa 22 proporciona aberturas 26 que son utilizadas por los propulsores que controlan el posicionamiento de la carcasa 22 dentro del transformador. Como tal, un técnico puede controlar el posicionamiento del dispositivo de inspección dentro del transformador para inspeccionar cualquiera de los componentes contenidos dentro del transformador. Sin embargo, como se muestra en la Figura 2, se puede ver que la carcasa 22 genera una turbulencia significativa cuando se mueve dentro del transformador. Esta turbulencia causa dificultades para mover el dispositivo de inspección dentro del transformador, lo que dificulta su utilidad.

Con referencia ahora a las Figuras 3-5 se puede ver que un dispositivo de inspección con propiedades de control de movimiento mejoradas se designa generalmente por el número 30. El dispositivo 30 incluye un casco de jaula 34 que contiene los componentes internos del dispositivo que se utilizan para facilitar el funcionamiento del dispositivo. El casco de jaula 34, que también puede considerarse un casco de estilo de rejilla, puede incluir al menos un sensor 36 tal como una cámara que puede transmitir de forma remota imágenes o videos a un técnico para su evaluación. Los sensores también pueden incluir, entre otros, sensores de temperatura, sensores de viscosidad para detectar materiales específicos y similares. Mantenido por el casco de jaula 34 hay al menos un propulsor vertical 38 que cuando se acciona genera un vector de empuje 40 para mover el dispositivo 30 en una dirección generalmente vertical. Como se ve mejor en las Figuras 3 y 4, se pueden proporcionar dos propulsores verticales 38. El dispositivo 30 también puede proporcionar al menos un propulsor horizontal 42 que genera un vector de empuje 44. Como se ve mejor en las Figuras 3 y 5, se pueden proporcionar dos propulsores horizontales 42.

Dentro del casco de jaula 34 se pueden proporcionar dispositivos de lastre 46 para controlar el posicionamiento de equilibrio del dispositivo. En otras palabras, el control del lastre permite controlar la flotabilidad natural del dispositivo según lo considere apropiado el técnico. En la presente realización, el al menos un dispositivo de lastre 46 permite recibir selectivamente aceite del interior del tanque. Esto reduce el volumen del dispositivo que luego puede usarse para bajar el dispositivo en el tanque. Esta reducción del volumen proporciona el equilibrio de flotabilidad deseado al dispositivo 30 mientras se mueve dentro del tanque. Si es necesario, los dispositivos de lastre se pueden controlar para liberar el aceite retenido para aumentar el volumen del dispositivo y permitir que el dispositivo se eleve sin el uso de los propulsores.

Dentro del dispositivo 30 se puede mantener un compartimento de batería 50 y se utiliza para transportar las baterías que alimentan los diversos componentes dentro del dispositivo. Estos componentes alimentados pueden incluir los diversos sensores, los dispositivos de lastre, los propulsores y, en particular, los motores o bombas utilizados para operar los propulsores. Se puede proporcionar al menos una luz para iluminar el área inmediata del dispositivo. También se puede proporcionar un compartimento de electrónica 54 en el dispositivo para contener la electrónica y los dispositivos de control utilizados para operar los diversos sensores, propulsores, luces y otros componentes del dispositivo. La luz y los dispositivos electrónicos y de control pueden ser alimentados por las baterías. Los expertos apreciarán que el control selectivo de los propulsores en la dirección vertical y/u horizontal permite el movimiento del dispositivo en seis grados de libertad dentro del transformador.

Con referencia ahora a las Figuras 6-10 se puede ver que el casco de jaula 34 está construido a partir de al menos una barra 60 orientada en una primera orientación y al menos una segunda barra 62 orientada en una segunda

orientación. Como mínimo, la barra 60 y la barra 62 se cruzan entre sí en un punto de intersección 64. Las barras 60 y 62 forman el casco de jaula 34 de modo que los componentes internos se mantienen internamente dentro de la periferia interna de las barras 60 y 62. En una realización, se puede proporcionar una pluralidad de barras 60 en la primera orientación y se puede proporcionar una pluralidad de barras 62 en la segunda orientación. En otras realizaciones, las barras 60 están espaciadas por una distancia igual entre sí o pueden estar separadas a intervalos predeterminados. Las barras 62 pueden estar igualmente espaciadas equidistantemente o a intervalos predeterminados. En una realización, las barras 60 se proporcionan en configuraciones paralelas y las barras 64 también se proporcionan en configuraciones paralelas. En la realización mostrada, las barras 60 y 62 se mantienen sustancialmente perpendiculares entre sí y espaciadas equidistantemente, sin embargo, en otras realizaciones, las barras 60 y 62 pueden configurarse en cualquier otra orientación angular. Dondequiera que las barras adyacentes 60 y las barras adyacentes 62 se crucen entre sí, forman una rejilla 66 en donde entre las barras interconectadas se proporciona una abertura de jaula 68. El número y la orientación de las barras 60 y 62 controlarán el número de rejillas y el número correspondiente de aberturas de jaula 68 proporcionadas por el casco 34. Aunque se muestran dos orientaciones de las barras 60 y 62, los expertos apreciarán que las barras podrían estar espaciadas y/o posicionadas en tres o más orientaciones.

Las barras 60 y 62 pueden proporcionar al menos un orificio de sensor 70 que proporciona soporte estructural para transportar el sensor 36 o similar por el casco 34 y de tal manera que las barras no bloqueen o interfieran con el funcionamiento del sensor. El casco 34 también puede proporcionar al menos un orificio de propulsor 72 que rodea la salida de los mecanismos de propulsor tales como una hélice o similar. El orificio 70 y el orificio 72 pueden incluir una pared de orificio 74 que termina efectivamente cada barra 60 o 62 que se cruza con la pared 74. Como resultado, la pared 74 define y forma una abertura de orificio 76 de manera que las barras 60 o 62 no se extiendan hacia la abertura 76.

Las barras 60/62, en cualquiera de las realizaciones descritas, tienen una sección transversal que tiene forma de tablilla. Como es evidente en las Figuras 7A y 7B, cada barra 60/62 puede tener un cuerpo de forma circular 80 y una abertura de cuerpo 82 que se extiende a través suyo. Cada barra, como se ve en las Figuras 6 y 8-10, y en particular cada cuerpo circular 80, puede tener un diámetro externo diferente y en donde la abertura de cuerpo 82 puede tener un diámetro interno correspondientemente diferente. Al disponer los diferentes tamaños de diámetro de las barras 60/62, se puede obtener una forma esférica del casco 30. Por supuesto, se pueden implementar varias combinaciones del diámetro externo y/o la forma de las barras 60/62 para obtener otras formas para el casco o para acomodar los componentes internos. Se cree que una forma esférica del casco proporciona las mejores características de maniobrabilidad del dispositivo sumergible dentro del transformador u otro contenedor. Sin embargo, los expertos o los artesanos apreciarán que en otras realizaciones pueden usarse otras formas, como elíptica, cuadrada, triangular o cualquier combinación de formas. Y se apreciará que el dispositivo puede controlar selectivamente el funcionamiento de los propulsores verticales y horizontales para impulsar el dispositivo según sea necesario. Se apreciará además que el al menos un dispositivo de lastre que se mantiene dentro del casco se puede utilizar para controlar el posicionamiento del dispositivo según sea necesario.

Cada cuerpo circular 80, como se ve en la Figura 7B, tiene una sección transversal que tiene sustancialmente forma de tablilla. Como tal, el cuerpo 80 tiene un borde delantero 86 que mira hacia afuera desde el casco y un borde trasero 88 que mira hacia adentro. La conexión del borde delantero 86 y el borde trasero 88 son superficies de barra opuestas 90. Como las barras se proporcionan en forma de tablilla, se apreciará que la forma de tablilla proporciona más control y estabilidad mientras impulsa el dispositivo de inspección in situ en un fluido. Como resultado, las barras actúan como pequeñas aletas o timones que reducen la turbulencia y permiten que el dispositivo de inspección permanezca en un curso predeterminado según lo controlado por el técnico. La configuración conformada del borde delantero, el borde trasero y las superficies 90 pueden ajustarse para mejorar la maniobrabilidad del dispositivo. Además, las barras seleccionadas 60/62 del cuerpo circular 80 pueden tener sus formas particulares o configuración de sección transversal ajustadas según se considere apropiado. En otras palabras, el (los) cuerpo (s) de menor diámetro pueden tener una forma particular de sección transversal, mientras que el (los) cuerpo (s) de diámetro interno o mayor pueden tener otra forma de sección transversal. La forma de la sección transversal de cada barra se puede usar con la fuerza generada por cada propulsor 38 y 42 y sus correspondientes vectores de empuje 40 y 44. La alineación de orientación de las barras y en particular los bordes delanteros 86, los bordes traseros 88 y las superficies opuestas de barra pueden orientarse y alinearse con los vectores de empuje. En otras palabras, la alineación de orientación de la forma de las barras minimiza el área de la sección transversal del casco de jaula. Esto reduce las fuerzas de arrastre en relación con la dirección de vector de empuje.

Como se ve mejor en la Figura 10, el diámetro interno de las barras 60/62 forma una cavidad de jaula 92 que está formada por los bordes traseros 88 de todas las barras provistas. La cavidad de jaula 92 es el área en la que los componentes internos son transportados y mantenidos. En algunas realizaciones, partes seleccionadas de los componentes internos pueden extenderse más allá de los bordes delanteros o pueden mantenerse a ras con los bordes delanteros de las barras 60/62. Para evitar que el dispositivo se enrede, se cree que la extensión de los componentes internos más allá de la forma esférica o de la envoltura del casco debe mantenerse al mínimo. Cualquier espacio dentro de la cavidad de jaula 92 que no esté lleno por los componentes internos forma huecos de jaula designados por el número 94 (véase la Figura 4). Los bordes delanteros 86 forman colectivamente una superficie exterior de jaula 96, mientras que los bordes traseros colectivos 88 de las barras 60/62 forman una superficie de jaula interior 98 que define la cavidad de jaula 92.

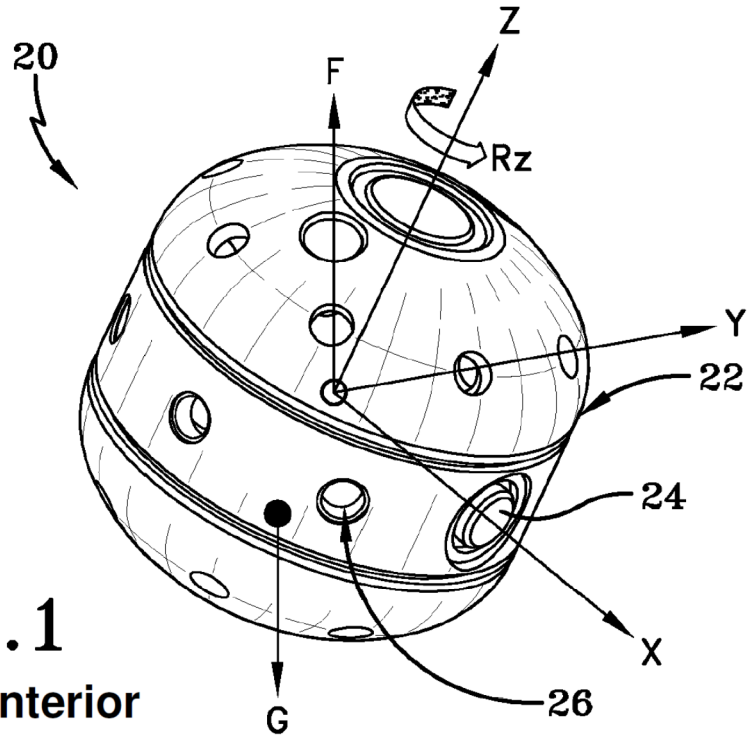
5 En funcionamiento, a medida que los propulsores son accionados y/o al menos un dispositivo de lastre controlado, el dispositivo 30 se mueve a través del fluido contenido en el transformador u otro contenedor. Como se ve mejor en la Figura 11, el flujo del dispositivo y el espacio provisto entre las barras 60 y 62 permiten que el fluido fluya al menos parcialmente a través del dispositivo. Esto reduce significativamente la turbulencia generada por el dispositivo en movimiento para mantener la estabilidad y la maniobrabilidad del dispositivo como se desee. Además, la configuración de tablilla según la invención permite que las tablillas funcionen como un dispositivo de timón para mantener las direcciones de avance y retroceso del dispositivo a medida que se mueve a través del transformador. Tal diseño de forma de casco también aumenta la resistencia lateral en la dirección de no empuje, lo que dará como resultado el mismo efecto que un timón. En otras palabras, las superficies de barra opuestas 90, cualquiera sea la forma que  
10 tengan, reducen eficazmente el movimiento del casco en una dirección normal a las superficies de barra.

Las ventajas de la presente construcción son fácilmente evidentes para los expertos en la técnica. Las aberturas permiten que el fluido fluya a través del dispositivo para minimizar la turbulencia que de otro modo se provocaría. Tal configuración también permite que el dispositivo se mueva más rápidamente ya que se encuentra menos resistencia en la dirección del movimiento.

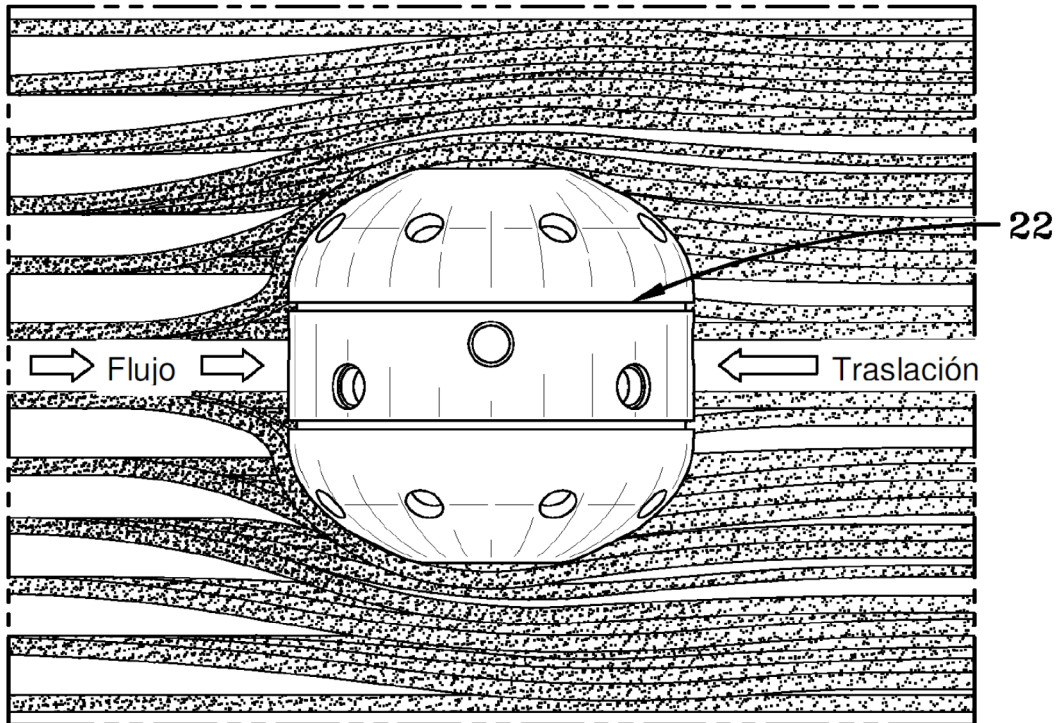
15 Por lo tanto, se puede ver que los objetos de la invención han sido satisfechos por la estructura y su método de uso presentado anteriormente. Si bien de acuerdo con los Estatutos de Patentes, solo se ha presentado y descrito en detalle el mejor modo y la realización preferida, debe entenderse que la invención no está limitada a los mismos o por los mismos. El alcance de la invención se define en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de inspección para usar en un contenedor de fluido, que comprende:  
al menos un dispositivo de empuje (38, 42);  
al menos un dispositivo de lastre (46); y;  
5 una jaula (34) que lleva dicho al menos un dispositivo de empuje (38, 42) y dicho al menos un dispositivo de lastre (46), comprendiendo dicha jaula (34) una pluralidad de barras (60, 62), que incluyen al menos una barra (60) orientada en una primera orientación y al menos una barra (62) orientada en una segunda orientación, cada una de dichas barras (60, 62) proporciona una abertura (82) en donde dichas aberturas (82) forman una cavidad de jaula (92) para transportar dicho al menos un dispositivo de empuje (38, 42) y dicho al menos un dispositivo de lastre (46), cada una  
10 de dichas barras (60, 62) está formada arqueadamente alrededor de dicha abertura (82),  
caracterizado por que la pluralidad de barras (60, 62) forma una cuadrícula (66), en donde cada una de dichas barras (60, 62) es una tablilla que tiene un borde delantero (86) opuesto a un borde trasero (88), en donde dicho borde delantero (86) y dicho borde trasero (88) se conectan por superficies opuestas (90) que se orientan en la misma dirección que un vector de empuje (40, 44) generado por dicho al menos un dispositivo de empuje (38, 42).
- 15 2. El dispositivo según la reivindicación 1, en donde dicho al menos un dispositivo de empuje (38, 42) y dicho dispositivo de lastre (46) se transportan dentro de dicha cavidad de jaula (92).
3. El dispositivo de inspección según la reivindicación 1, que comprende:  
un primer conjunto de al menos dos barras (60) orientadas en una primera orientación y en planos sustancialmente paralelos; y  
20 un segundo conjunto de al menos dos barras (62) orientadas en una segunda orientación y en planos sustancialmente paralelos.
4. El dispositivo según la reivindicación 3, en donde dichas direcciones primera y segunda son sustancialmente perpendiculares entre sí.
5. El dispositivo según la reivindicación 3, en donde dicho primer y segundo conjunto de al menos dos barras (60, 62) se cruzan entre sí en los puntos de intersección (64), en donde dichos puntos de intersección (64) y barras adyacentes (60, 62) forman una abertura de jaula (68).
6. El dispositivo según la reivindicación 5, en donde dicha abertura de jaula (68) es contigua a dicha cavidad de jaula (92) para permitir que el fluido en el contenedor de fluido fluya a través de dicha jaula (34) cuando dicho al menos un dispositivo de empuje (38, 42) está activado.
- 30 7. El dispositivo según la reivindicación 5, en donde dichos bordes delanteros (86) forman un exterior de jaula (96).
8. El dispositivo según la reivindicación 1, en donde dichas al menos dos barras (60, 62) se cruzan entre sí en al menos un punto de intersección (64).
9. El dispositivo según la reivindicación 1, en donde dicha jaula (34) es sustancialmente esférica.



**FIG. 1**  
Técnica anterior



**FIG. 2**  
Técnica anterior

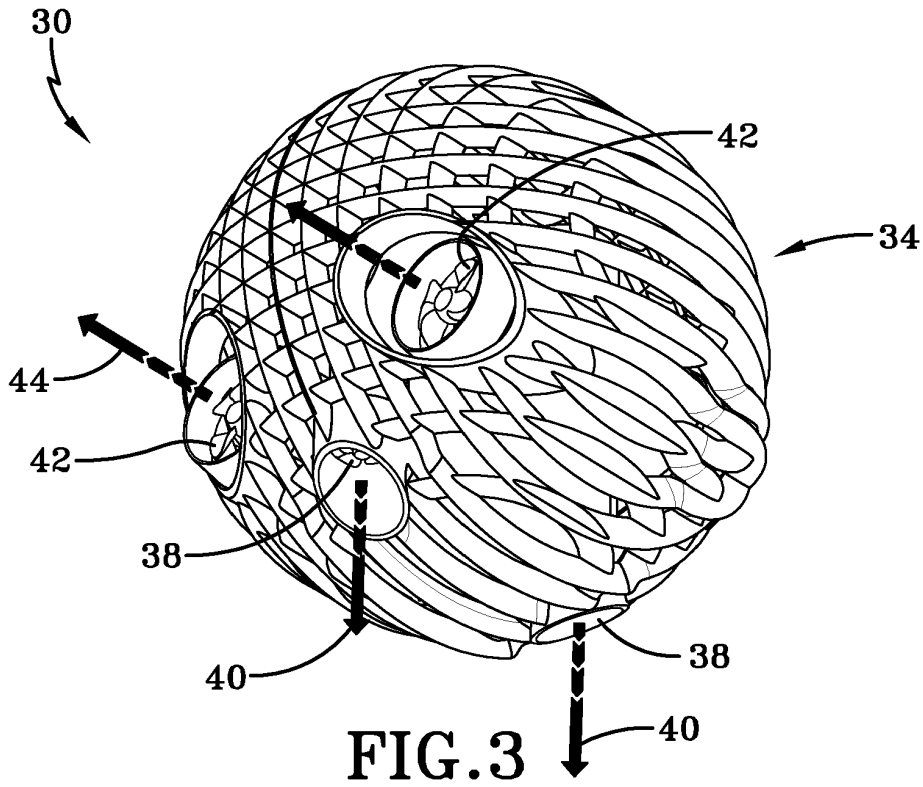


FIG. 3

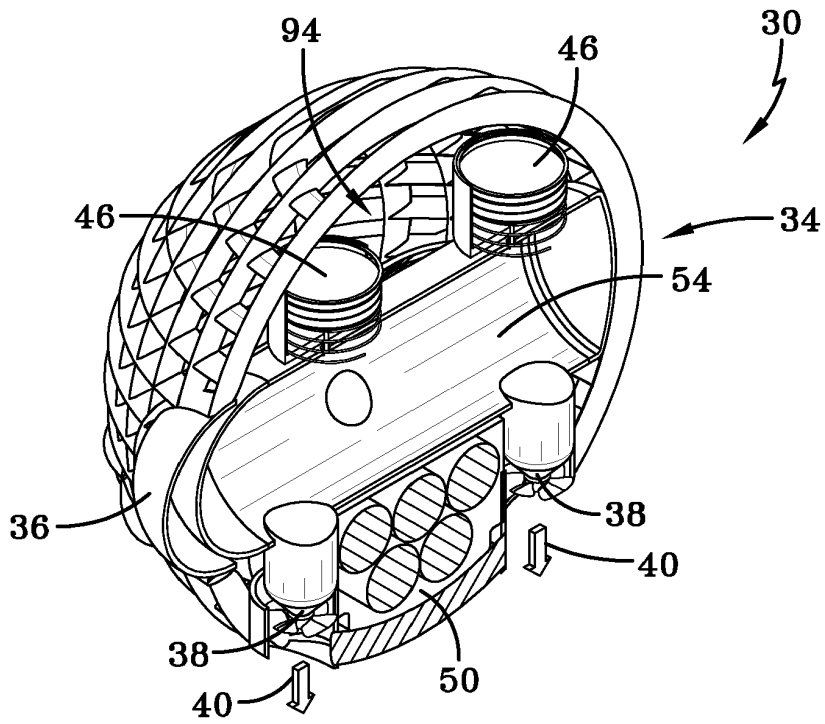
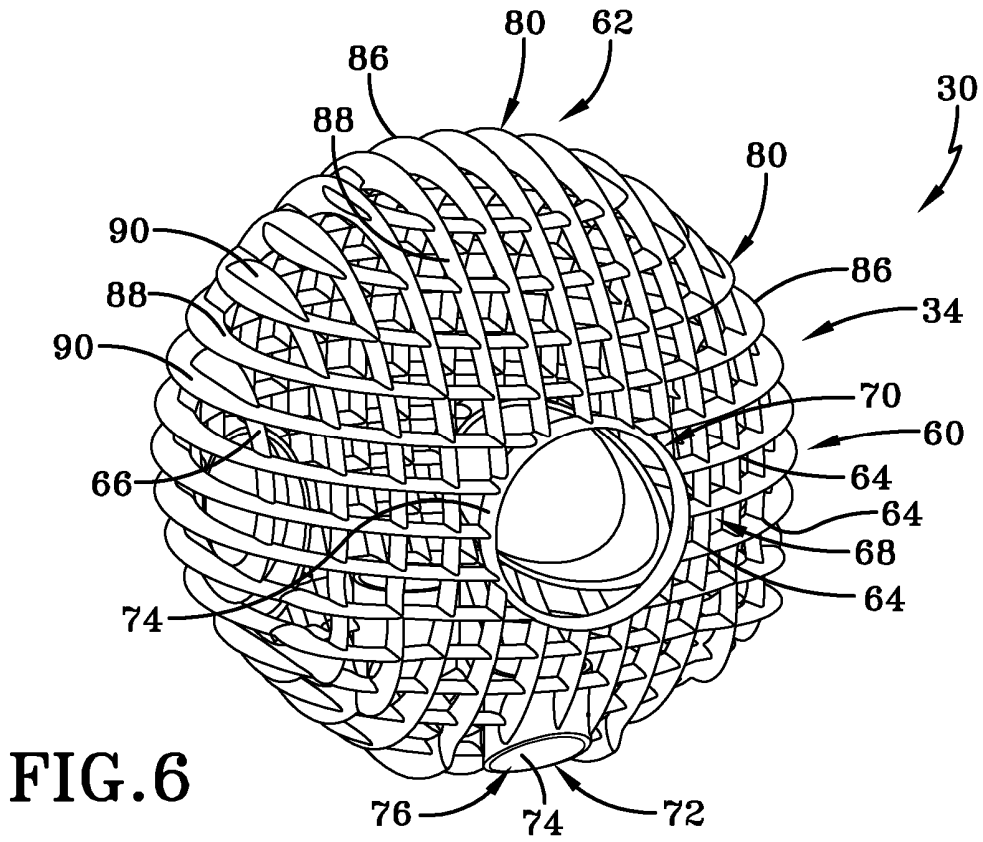
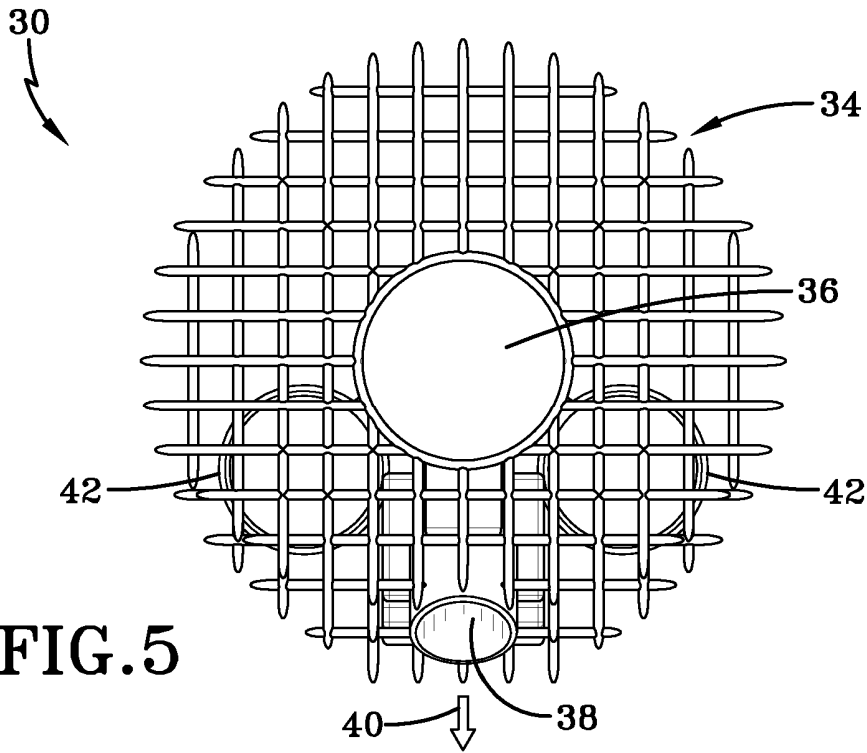


FIG. 4





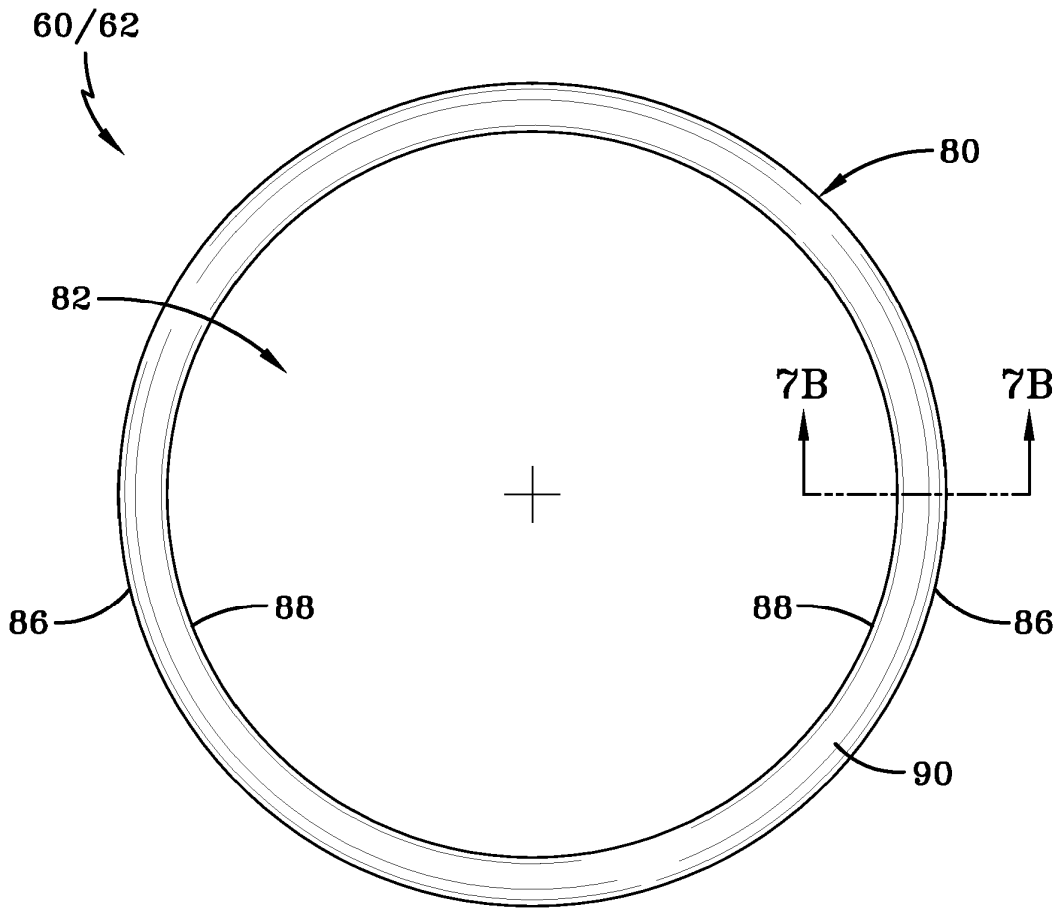


FIG. 7A

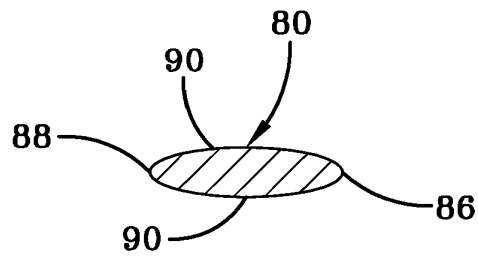
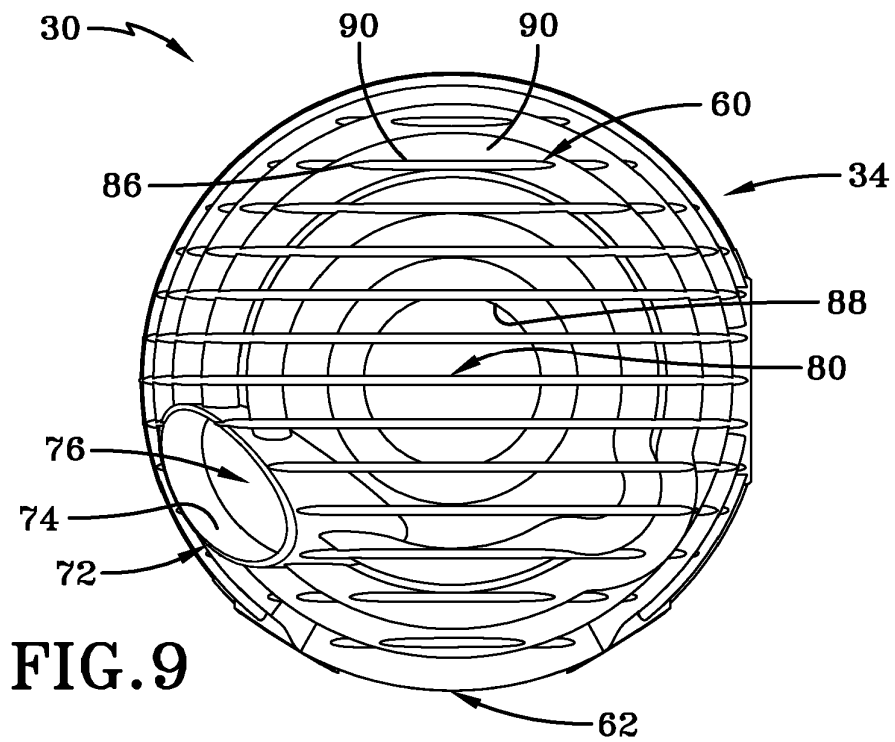
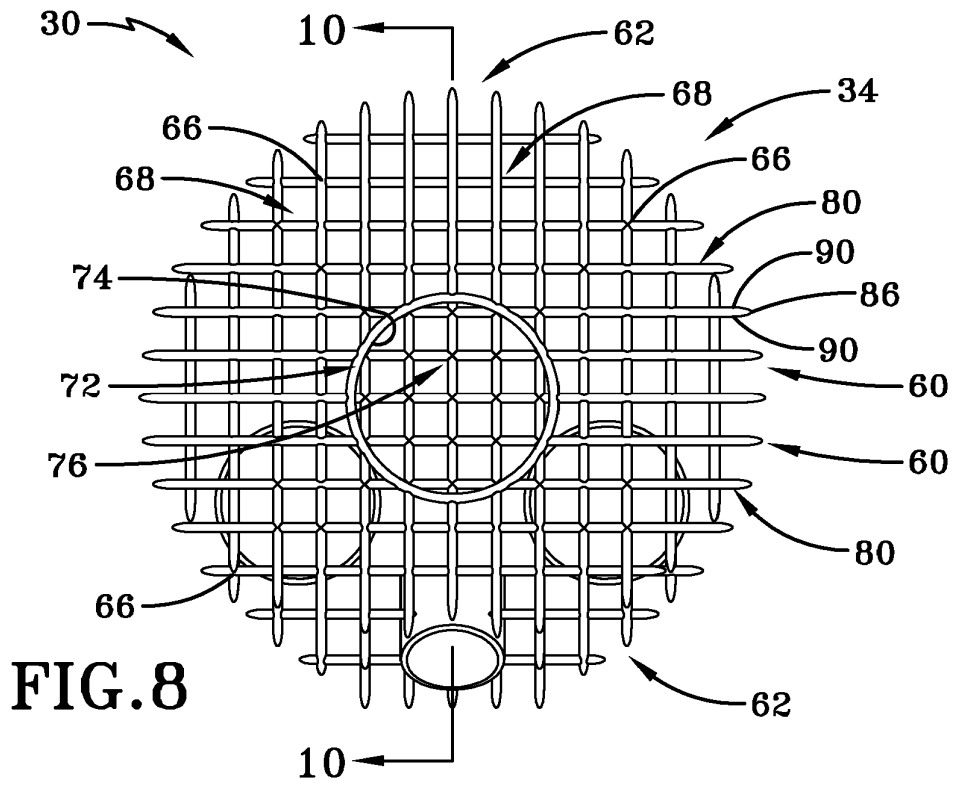


FIG. 7B



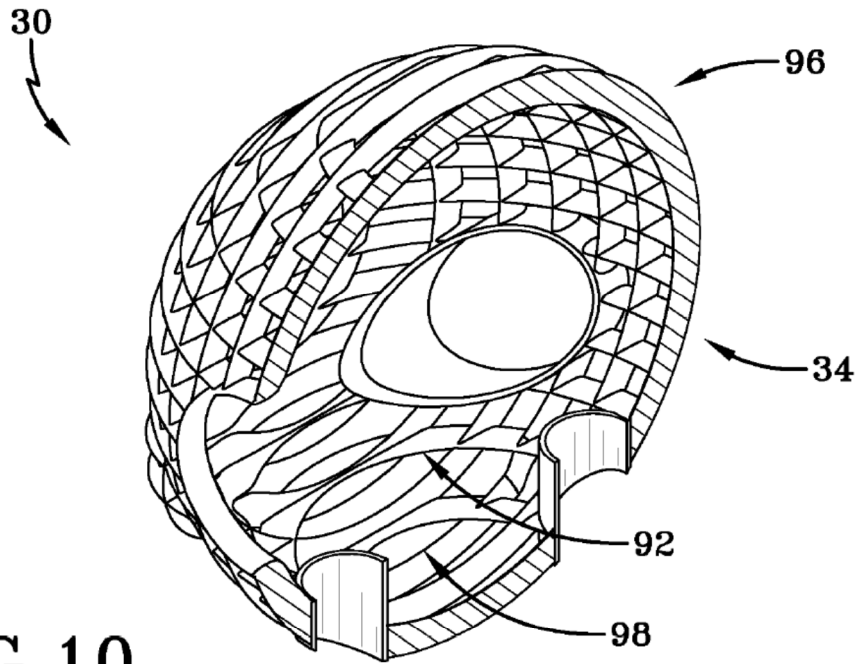


FIG. 10

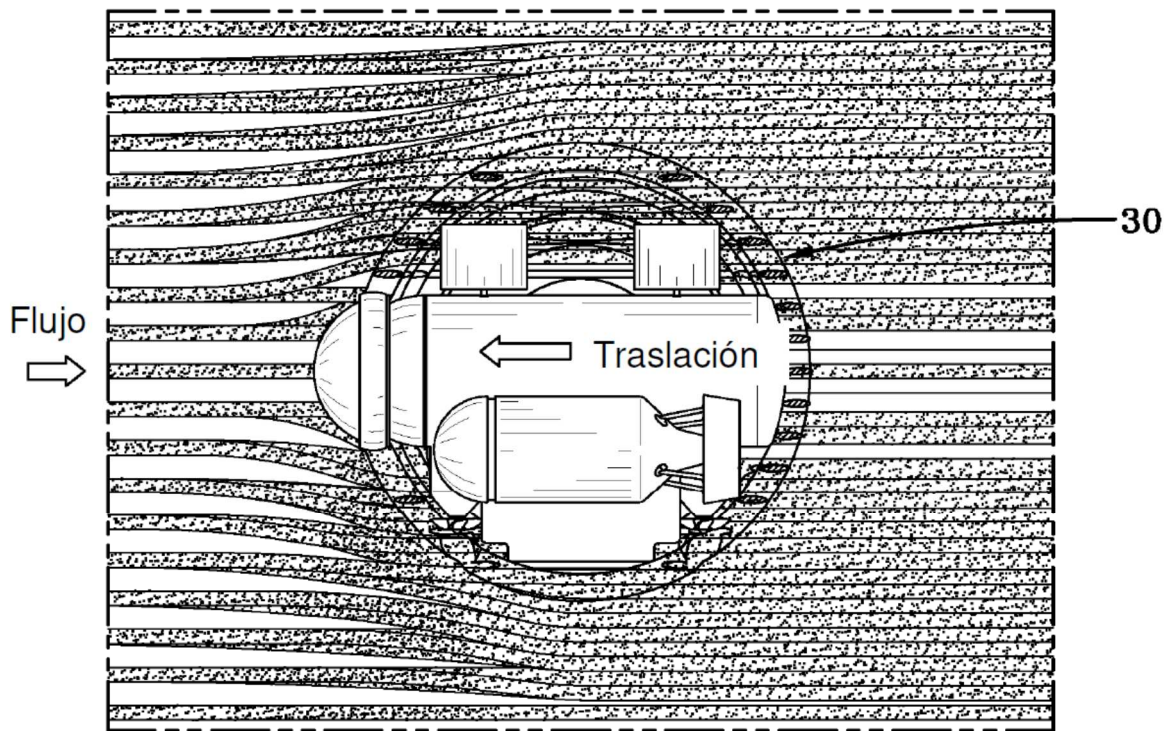


FIG. 11