

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 299**

51 Int. Cl.:

**G21C 3/32** (2006.01)

**G21C 3/322** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2015** E 15201167 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018** EP 3182416

54 Título: **Elemento de combustible nuclear con placa equilibradora**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.03.2019**

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC SWEDEN AB**  
**(100.0%)**  
**721 63 Västerås, SE**

72 Inventor/es:

**MÅNSSON, MARKUS y**  
**ANDERSSON, PATRIK**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 703 299 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**

Elemento de combustible nuclear con placa equilibradora

**Campo técnico**

5 La invención se refiere a elementos combustibles para reactores nucleares, especialmente reactores de agua en ebullición, BWR. Más específicamente, la invención se refiere a elementos combustibles dotados de un asidero según el preámbulo de la reivindicación 1, asidero que es adecuado para elevar el elemento combustible.

**Antecedentes y técnica anterior**

10 En construcciones conocidas de elementos combustibles para reactores nucleares, las barras de combustible se soportan mediante placas de sujeción inferior y superior. En algunos elementos combustibles, las placas de sujeción inferior y superior se conectan por medio de barras de sujeción. La placa de sujeción superior puede unirse a un asidero usado para elevar el haz de combustible del elemento combustible, en el que las barras de sujeción transfieren fuerzas de elevación entre la placa de sujeción inferior y superior.

15 En elementos combustibles dotados de barras de agua, estas barras de agua pueden usarse para transferir fuerzas de elevación. Normalmente las barras de agua están dispuestas en el elemento combustible entre las barras de combustible, y estas barras de agua están sujetas a las placas de sujeción inferior y superior y pueden utilizarse para transferir las fuerzas de elevación entre las placas de sujeción inferior y superior. De esta manera las barras de agua se usan para portar las barras de combustible que se soportan mediante, por ejemplo, la placa de sujeción inferior, o mediante espaciadores dispuestos entre la placa de sujeción inferior y superior, espaciadores que están conectados a las barras de agua así como a las barras de combustible.

20 El documento US 5.646.973 ilustra un elemento combustible para un reactor de agua en ebullición. El elemento combustible (10 en la figura 1 del documento US 5.646.973) comprende un canal (22 en la figura 1 del documento US 5.646.973), barras de combustible (12 en la figura 1 del documento US 5.646.973) y una barra de agua (18 en la figura 1 del documento US 5.646.973). Las barras de combustible y la barra de agua están dispuestas en el interior del canal. El elemento combustible comprende además espaciadores (72 en la figura 2, 172 en la figura 4, del documento US 5.646.973) fijados a la barra de agua. Los espaciadores aparentemente sostienen las barras de combustible en posición mediante fuerza de fricción. Las barras de combustible pueden moverse ligeramente al vencer la fuerza de fricción cuando se expanden durante el funcionamiento. La barra de agua está conectada a una placa de sujeción inferior (16 en la figura 1 del documento US 5.646.973) en la parte inferior y a una placa de sujeción superior (14 en la figura 1 del documento US 5.646.973) en la parte superior. La sección más superior de la barra de agua está conectada al asidero por medio de la placa de sujeción superior y una tuerca (40 en la figura 1 del documento US 5.646.973) que une la barra de agua a la placa de sujeción superior. La figura 6 del documento US 5.646.973 muestra un elemento combustible que tiene dos barras de agua (210, 212), pero no tiene placa de sujeción superior. La conexión entre el asidero (236 en la figura 6 del documento US 5.646.973) y las barras de agua (210, 212 en la figura 6 del documento US 5.646.973) se pretensa por medio de resortes (266, 268 en la figura 6 del documento US 5.646.973) y topes (véase el detalle 228 en la figura 9 del documento US 5.646.973) en cada barra de agua. Cada uno de los diferentes asideros descritos en las figuras del documento US 5.646.973 se proporciona para elevar las barras de agua, las barras de combustible, la placa de sujeción inferior y los espaciadores.

El asidero puede sujetarse al canal para elevar también el canal (véase por ejemplo la figura 2 del documento US 5.646.973).

40 Alternativamente el canal de un elemento combustible puede sujetarse a la parte inferior del elemento combustible y el asidero elevará las barras de combustible, barras de agua y espaciadores del elemento combustible para extraerlos del canal.

45 El elemento combustible de la figura 6 del documento US 5.646.973 comprende dos barras de agua. Durante el funcionamiento, las barras de agua pueden expandirse/crecer ligeramente (debido al crecimiento térmico/nuclear) y una barra de agua puede crecer de manera diferente a la otra. Esto puede dar como resultado un desequilibrio de la carga portada por las barras de agua durante la elevación, de modo que una barra de agua portará una carga mayor que la otra barra de agua, y también puede dar como resultado un elemento ligeramente inclinado durante la manipulación.

50 El documento US 5.481.579 describe una construcción para elevar un haz de combustible por medio de un par de barras de agua del haz de combustible. El documento US 5.481.579 describe una conexión entre un asidero de elevación y las dos barras de agua, conexión que está configurada para nivelar las diferencias entre las fuerzas de elevación de las dos barras de agua, especialmente en el caso de que las dos barras de agua hayan crecido una cantidad diferente durante el funcionamiento del reactor nuclear (véase columna 6, línea 62 - columna 7, línea 10, reivindicaciones 3-4 y columna 5, líneas 12 - 50 en el documento US 5.481.579).

55 Esta construcción para nivelar las fuerzas de elevación incluye un mecanismo de retención que comprende una "barra de retención" y un "resalte doble", en el que la barra de retención (véase el detalle 76 en el documento US

5.481.579) puede estar en ángulo en relación con un resalte doble (véase el detalle 38 en el documento US 5.481.579), resalte doble que está dispuesto en una parte superior (véase el detalle 68 en el documento US 5.481.579) de cada una de las dos barras de agua (véase por ejemplo el detalle 76 en las figuras 6A y 8A, y los detalles 38 y 68 en la figura 8A del documento US 5.481.579). Según el documento US 5.471.579, el resalte doble está conectado a una placa de sujeción superior, y la barra de retención está conectada a la parte superior de las barras de agua y descansa sobre el resalte doble. La barra de retención está dotada de una nervadura alargada (véase el detalle 106 en el documento US 5.471.579) por medio de la cual la barra de retención puede rotar con respecto al resalte doble.

Por tanto, el documento US 5.481.579 da a conocer un elemento combustible que tiene un asidero y un par de barras de agua, elemento combustible que puede elevarse por medio de las barras de agua, que transfieren una fuerza de elevación al asidero, elemento combustible que comprende además un mecanismo para nivelar la diferencia entre las fuerzas de elevación de las dos barras de agua.

El mecanismo de retención del documento US 5.481.579 es bastante complejo y sólo está adaptado para elevar un par de barras de agua. El documento US 5.481.579 no facilita ningún ejemplo para elementos combustibles que tienen tres barras de agua.

### Sumario de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar una construcción alternativa para nivelar fuerzas de elevación en barras de agua de un elemento combustible, y vencer, o al menos paliar, los problemas de la técnica anterior.

Un objetivo también es hacer que sea posible proporcionar una construcción sencilla y segura para nivelar las diferencias de dichas fuerzas de elevación, y por consiguiente evitar los riesgos de manipulación debidos a la ligera inclinación del elemento combustible durante las operaciones de elevación.

Según un primer aspecto, la invención se refiere a un elemento combustible que comprende:

- barras de combustible;
- dos o tres barras de agua;
- una placa de sujeción para soportar dichas dos o tres barras de agua, en la que dichas dos o tres barras de agua están sujetas a la placa de sujeción;
- uno o más espaciadores configurados para soportar dichas barras de combustible y dichas dos o tres barras de agua;
- un asidero sujeto a las barras de agua en un extremo superior respectivo de cada una de las barras de agua, y
- una disposición de juntas.

Especialmente, según el primer aspecto de la invención, el asidero está sujeto a dichas dos o tres barras de agua por medio de la disposición de juntas, y la disposición de juntas está configurada para transferir una fuerza de elevación vertical desde el asidero hasta dichas dos o tres barras de agua. La disposición de juntas comprende un elemento equilibrador dispuesto entre dichas dos o tres barras de agua y el asidero. Especialmente, la disposición de juntas comprende una primera junta que está dispuesta entre el elemento equilibrador y el asidero, y un juego de segundas juntas, donde cada segunda junta del juego de segundas juntas está dispuesta entre una respectiva de dichas dos o tres barras de agua y dicho elemento equilibrador. La primera junta y dicho juego de segundas juntas están configurados para permitir un movimiento de rotación de dicho elemento equilibrador en relación con dicho asidero así como en relación con dichas dos o tres barras de agua. Dicha primera junta y cada una de dichas segundas juntas comprenden un par de superficies de junta redondeadas de manera esférica.

La redondez esférica de las superficies de junta primera y segunda es muy adecuada para la transferencia de fuerzas de elevación y además permite un movimiento de rotación.

En una realización, dicha primera junta está dispuesta de manera central en relación con las segundas juntas.

En una realización, dicho par de superficies de junta redondeadas de manera esférica de dicha primera junta comprende una superficie de junta redondeada de manera esférica en el asidero y una superficie de junta redondeada de manera esférica en el elemento equilibrador. Las superficies de junta redondeadas de manera esférica de dicho par de superficies de junta redondeadas de manera esférica de la primera junta están dispuestas en contacto entre sí.

En una realización, la primera junta comprende una sección de distancia configurada para proporcionar un espacio para la rotación del elemento equilibrador en relación con el asidero.

En una realización, un elemento de fijación respectivo está sujeto a la parte superior de cada barra de agua y cada

5 uno de dichos pares de superficies de junta redondeadas de manera esférica de dichas segundas juntas comprende una superficie de junta redondeada de manera esférica en el elemento de fijación y una superficie redondeada de manera esférica en el elemento equilibrador, de modo que el elemento equilibrador comprende una superficie de junta redondeada de manera esférica por cada elemento de fijación. Las superficies de junta redondeadas de manera esférica de cada uno de dichos pares de superficies de junta redondeadas de manera esférica del juego de segundas juntas están dispuestas en contacto entre sí.

En una realización, cada elemento de fijación respectivo comprende una tuerca, en la que un lado inferior de cada tuerca comprende una respectiva de las superficies de junta redondeadas de manera esférica del juego de segundas juntas.

10 En una realización, el elemento equilibrador comprende dos o tres orificios pasantes, uno por cada barra de agua, en el que cada una de dichas dos o tres barras de agua se extiende a través de uno de los orificios pasantes de modo que una barra de agua se extiende a través de cada orificio pasante. Cada uno de dichos orificios pasantes está configurado con un diámetro interno que proporciona un espacio para la barra de agua respectiva para permitir así un movimiento de rotación del elemento equilibrador en relación con cada barra de agua.

15 La disposición de juntas del elemento combustible de la invención es adecuada para elementos combustibles que tienen dos o tres barras de agua, es decir más de una barra de agua y menos de cuatro barras de agua.

En una realización el número de dichas dos o tres barras de agua es de tres barras de agua, pero no más de tres, es decir más de dos y menos de cuatro.

20 En otra realización, el número de dichas dos o tres barras de agua es de dos barras de agua, pero no más de dos, es decir más de una y menos de tres.

En una realización, el elemento equilibrador consiste en un elemento único, estando dotado dicho elemento único de dicha superficie redondeada de manera esférica de la primera junta en su lado inferior, y estando dotado de dichas superficies redondeadas de manera esférica de la segunda junta en su lado superior.

En una realización, dicho elemento único es un elemento de tipo placa.

25 En una realización dicho elemento equilibrador está dispuesto para rotar al experimentar fuerzas verticales diferentes entre sí procedentes de las barras de agua durante la elevación. Sin embargo, el asidero y las barras de agua permanecen alineados entre sí y no rotan.

30 El elemento combustible puede estar configurado para elevarse junto con un canal, o alternativamente extraerse de un canal mediante elevación. Por tanto, en una realización, el haz de combustible está configurado para estar dispuesto en el interior de un canal, y en el que la placa de sujeción, el espaciador, las barras de combustible y las barras de agua están configurados para extraerse del canal mediante elevación. Por tanto, en una realización alternativa, el elemento combustible comprende además un canal, y la placa de sujeción, el espaciador, las barras de combustible y las barras de agua están dispuestos en el interior del canal, y el asidero está conectado al canal y la placa de sujeción, el espaciador, las barras de combustible y las barras de agua están configurados para elevarse  
35 junto con el canal.

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

La presente invención se explicará ahora con más exactitud a través de una descripción de diversas realizaciones y con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 ilustra una sección longitudinal de un elemento combustible según una realización de la invención.

40 La figura 2 ilustra una realización de una conexión de un asidero a barras de agua por medio de un elemento equilibrador. Las figuras 2A, 2B ilustran una realización de un elemento equilibrador proporcionado para tres barras de agua en más detalle, y la figura 2C ilustra una realización de un elemento equilibrador proporcionado para dos barras de agua.

La figura 3 ilustra una realización de un asidero para un elemento combustible en más detalle.

45 La figura 4 ilustra una realización de un elemento de fijación para unir un elemento equilibrador a una barra de agua.

La figura 5 es una ilustración de detalle ampliada de un elemento equilibrador durante la elevación.

La figura 6 ilustra una sección superior de un elemento combustible según una realización.

La figura 7 ilustra una sección superior de un elemento combustible según una realización, es decir una realización alternativa a la realización de la figura 6.

50 **Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo de la invención**

La invención es adecuada para un elemento combustible de cualquiera de los tipos ilustrados en los documentos anteriores descritos inicialmente US 5.646.973 y US 5.471.579, sin embargo la invención se ha dotado de medios para conectar un asidero a las barras de agua que proporcionan una modificación en comparación con el elemento combustible de la técnica anterior. Se ilustra una realización del elemento combustible 1 de la invención en la figura 1, que muestra una vista longitudinal de un elemento combustible.

El elemento combustible de la figura 1 comprende dos barras de agua 30. El elemento combustible 1 de la invención comprende al menos dos barras de agua 30 conectadas al asidero 10. Preferiblemente, se conectan tres barras de agua 30 al asidero 10.

La figura 1 ilustra una realización de un elemento combustible 1 para un reactor de agua en ebullición según la invención. El elemento combustible 1 está rodeado por un canal 2 y comprende barras de combustible 3 y barras de agua 30. Las barras de combustible 3 y las barras de agua 30 están dispuestas en el interior del canal 2. El elemento combustible 1 comprende además espaciadores 6 conectados a las barras de agua 30. Los espaciadores 6 también sostienen las barras de combustible 3 en posición mediante fuerza de fricción. Las barras de combustible 3 pueden moverse ligeramente al vencer la fuerza de fricción cuando se expanden durante el funcionamiento. Las barras de agua 30 están sujetas a una placa de sujeción 4, tal como una placa de sujeción inferior, en la parte inferior y a un asidero 10 en la parte superior. La sección más superior de cada barra de agua 30 es preferiblemente sólida y esta sección está conectada al asidero 10, por medio de tuercas 31 que se pretensan por medio de resortes 7 y topes 37. El elemento combustible puede incluir también una placa de sujeción superior 5 que conecta las partes superiores de las barras de agua 30 entre sí, tal como se ilustra mediante líneas de puntos. El asidero 10 se proporciona para elevar las barras de agua 30, las barras de combustible 3, la placa de sujeción 4 y los espaciadores 6.

El asidero 10 puede sujetarse también al canal 2 para elevar también el canal 2. Alternativamente el canal 2 se sujeta a la parte inferior del elemento combustible y el asidero 10 elevará las barras de combustible 3, las barras de agua 30, la placa de sujeción 4 y los espaciadores 6 para extraerlos del canal 2.

Una característica importante de la realización de la figura 1 es la conexión del asidero 10 a las barras de agua 30. El asidero 10 está conectado a las barras de agua 30 por medio de un elemento equilibrador 20, dispuesto entre elementos de fijación, por ejemplo una tuerca 31 en la sección superior de cada barra de agua 30. El elemento equilibrador 20 está configurado para transferir una fuerza de elevación entre las barras de agua 30 y el asidero 10. El elemento equilibrador 20 descansa en el asidero 10 y se fija a las barras de agua 30 por medio de las tuercas 31 ilustradas. Los resortes 7 están dispuestos en las barras de agua 30 para pretensar el elemento equilibrador 20 para que entre en contacto con las tuercas 31 y el asidero 10. Los resortes 7 descansan sobre topes 37 dispuestos en las barras de agua 30, por debajo del asidero 10, topes 37 que pueden ser tuercas roscadas a la parte superior de las barras de agua 30. Preferiblemente, las tuercas están dispuestas por encima de la placa de sujeción superior 5 en caso de que el elemento combustible 1 incluya una placa de sujeción superior 5.

En más detalle, la figura 2 (figura superior) ilustra un asidero 10 conectado a las barras de agua 30 mediante el elemento equilibrador 20. Las barras de agua 30 están sujetas al elemento equilibrador 20 por medio de elementos de fijación 31, que se muestran a modo de ejemplo como tuercas 31. Se proporciona una primera junta (13 en la figura 5) entre el asidero 10 y el elemento equilibrador 20. Se proporciona un juego de segundas juntas (33 en la figura 5) entre las barras de agua 30 y el elemento equilibrador 20.

El elemento equilibrador 20 se ilustra en detalle por debajo del asidero 10 (figuras 2A, 2B, 2C). Las figuras 2A y 2B ilustran un elemento equilibrador 20 para un elemento combustible 1 que comprende tres barras de agua 30, mientras que la figura 2C ilustra un elemento equilibrador 20 para un elemento combustible 1 que comprende dos barras de agua 30.

Un lado superior del elemento equilibrador 20, véase la figura 2A, comprende tres orificios pasantes 24. Cada orificio pasante 24 se proporciona para recibir una sección superior de una de las barras de agua 30. Cada orificio pasante 24 está dotado de una superficie de junta 25 redondeada, especialmente redondeada de manera esférica, y cóncava para el elemento de fijación/tuerca 31 correspondiente. Cada superficie de junta redondeada de manera esférica 25, de los orificios pasantes 24, se proporciona a lo largo de la circunferencia circular del orificio pasante 24. Los orificios pasantes 24 son ligeramente más grandes que el diámetro de la sección superior de las barras de agua 30 con el fin de permitir un ligero movimiento del elemento equilibrador 20 en relación con las barras de agua 30. Un lado hacia abajo de las tuercas 31 se ilustra en la figura 4 y comprende superficies de junta 32 redondeadas de manera esférica y convexas correspondientes a las superficies de junta 25 del elemento equilibrador 20, en la figura 2A.

Un lado hacia abajo del elemento equilibrador 20 de la figura 2A, que se ilustra en la figura 2B, está dotado de un saliente 21. El saliente 21 está dispuesto de manera central en relación con los orificios pasantes 24. El saliente 21 comprende una sección de distancia 22 y una superficie de junta redondeada de manera esférica 23. La superficie de junta redondeada 23 está destinada a unirse con una superficie correspondiente (11 en la figura 3) del asidero 10. La superficie de junta 23 ilustrada es cóncava pero puede ser convexa siempre que la superficie de junta correspondiente (11 en la figura 3) del asidero 10 sea cóncava.

La figura 2C ilustra una realización de un elemento equilibrador 20 para conectarse a dos barras de agua 30. El elemento equilibrador 20 de la figura 2C comprende dos orificios pasantes 24, uno por cada barra de agua 30. Cada uno de los dos orificios pasantes 24 está dotado de una superficie redondeada 25, de las segundas juntas 33, a lo largo de su circunferencia. El lado hacia abajo del elemento equilibrador 20 está dotado de la superficie redondeada de manera esférica 23, tal como se ilustra mediante una línea discontinua, de la primera junta 13 al asidero 10. La primera junta 13 con superficie esférica 23, de las figuras 2B y 2C, está dispuesta de manera central, geoméricamente, en relación con el juego de segundas juntas 33 con superficies 25.

La figura 3 ilustra el asidero 10. El asidero 10 comprende una superficie de junta redondeada de manera esférica 11 para recibir la superficie de junta 23 (de la parte inferior) del elemento equilibrador 20, en la figura 2B. La superficie de junta redondeada de manera esférica 11 está orientada hacia arriba.

El asidero 10 está dotado de orificios pasantes 12 para recibir los extremos superiores de las barras de agua 30. El asidero 10 también puede estar dotado de medios, tales como orificios 14, para conectar el asidero 10 al canal 2.

La figura 5 ilustra la disposición de juntas entre el asidero 10 y las barras de agua 30 durante la elevación. En la figura 5, una de las barras de agua 30 es más larga que las otras dos barras de agua 30. Se permite que el elemento equilibrador 20 rote ligeramente para nivelar el desequilibrio de la fuerza de elevación transferida desde el asidero 10 a las tres barras de agua 30. Las superficies esféricas 25, 32 de la junta 33 entre las tuercas 31 y el elemento equilibrador 20 permiten que el elemento equilibrador 20 rote en relación con las barras de agua 30. Las superficies esféricas 23, 11 de la junta 13 entre el asidero 10 y el elemento equilibrador 20 permiten que el elemento equilibrador 20 rote en relación con el asidero 10. La sección de distancia 22 del saliente 21 proporciona espacio para la rotación.

Durante la elevación, el elemento equilibrador 20 está dispuesto para transferir las fuerzas de elevación verticales entre el asidero 10 y las barras de agua 30. El elemento equilibrador 20 está dispuesto de modo que puede rotar por medio de las superficies esféricas de junta, de las juntas primera 13 y segunda 33, con el fin de igualar las diferencias entre las fuerzas de elevación experimentadas por las barras de agua 30. Cuando se inicia la elevación, las barras de agua 30 pueden, por ejemplo, ejercer diferentes fuerzas sobre el elemento equilibrador 20, debido a su diferencia 30 en longitud. Las diferentes fuerzas harán rotar el elemento equilibrador 20. El elemento equilibrador 20 se hace pivotar por la interacción entre las superficies de junta 11, 23 de la junta 13 entre el elemento equilibrador 20 y el asidero 10, y por las superficies de junta 25, 32 de la segunda junta 33 entre el elemento equilibrador 20 y las barras de agua 30. Por tanto, el elemento equilibrador 20 rotará hasta que las fuerzas procedentes de las barras de agua 30 se hayan igualado.

Las figuras 6 y 7 ilustran el elemento combustible 1 en dos realizaciones. En la realización de la figura 6, el asidero 10 está sujeto al canal 2 por medio de pernos 17 y el canal 2 se eleva junto con las barras de agua 30, los espaciadores 6, la placa de sujeción 4 y las barras de combustible 3, etc. La unión del asidero 10 al canal 2 se proporciona por medio de los pernos 17 pero también puede incluir resortes (no ilustrados) para pretensar la unión, y permitir un ligero movimiento relativo entre el asidero 10 y el canal 2. En la figura 7, el asidero 10 no está sujeto al canal 2. Las barras de agua 30, las barras de combustible 3, los espaciadores 6, la placa de sujeción 4, etc. se extraen del canal 2 mediante elevación por medio del asidero 10. El canal 2 puede estar dotado de medios para elevar (no ilustrados) el canal 2, tales como orificios proporcionados en dos o más de los lados del canal 2, mediante lo cual puede elevarse el canal 2, por separado o simultáneamente, como el elemento combustible 1.

Se ha descrito un elemento combustible 1 para un reactor de agua en ebullición que comprende barras de combustible 3, dos o tres barras de agua 30, una placa de sujeción 4, espaciadores 6, un asidero 10, y una disposición de juntas 11, 12, 13, 20-25, 31, 32, 33 en las realizaciones. La disposición de juntas 11-13, 20-25, 31-33 está configurada para transferir una fuerza de elevación vertical desde el asidero 10 hasta las barras de agua 30. La disposición de juntas 11-13, 20-25, 31-33 comprende un elemento equilibrador 20 dispuesto entre las barras de agua 30 y el asidero 10. La disposición de juntas 11-13, 20-25, 31-33 comprende una primera junta 13 dispuesta entre el elemento equilibrador 20 y el asidero 10 y un juego de segundas juntas 33 dispuesto entre una respectiva de dichas barras de agua 30 y dicho elemento equilibrador 20. La primera junta 13 y el juego de segundas juntas 33 están configurados para permitir un movimiento de rotación de dicho elemento equilibrador 20 en relación con dicho asidero 10 así como en relación con dichas barras de agua 30 con el fin de equilibrar fuerzas de elevación en las barras de agua. La primera junta 13 y cada una de dichas segundas juntas 33 comprenden un par de superficies de junta redondeadas de manera esférica 11, 23; 25, 32. Sin embargo, la invención no está limitada a estas realizaciones, sino que puede variarse en consecuencia dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Elemento combustible (1) que comprende:
- barras de combustible (3);
  - dos o tres barras de agua (30);
- 5 - una placa de sujeción (4) dispuesta para soportar dichas dos o tres barras de agua (30), en la que dichas dos o tres barras de agua (30) están sujetas a la placa de sujeción (4);
- uno o más espaciadores (6) configurados para soportar dichas barras de combustible (3) y dichas dos o tres barras de agua (30);
- 10 - un asidero (10) sujeto a las barras de agua (30) en un extremo superior respectivo de cada una de las barras de agua (30), y
- una disposición de juntas (11, 12, 13, 20-25, 31, 32, 33),
- en el que el asidero (10) está sujeto a dichas dos o tres barras de agua (30) por medio de la disposición de juntas (11, 12, 13, 20-25, 31, 32, 33), estando configurada dicha disposición de juntas (11, 12, 13, 20-25, 31, 32, 33) para transferir una fuerza de elevación vertical desde el asidero (10) hasta dichas dos o tres barras de agua (30);
- 15 comprendiendo dicha disposición de juntas (11, 12, 13, 20-25, 31, 32, 33):
- un elemento equilibrador (20) dispuesto entre dichas dos o tres barras de agua (30) y el asidero (10);
- caracterizado porque
- dicha disposición de juntas (11, 12, 13, 20-25, 31, 32, 33) comprende además:
- 20 - una primera junta (13) dispuesta entre el elemento equilibrador (20) y el asidero (10);
- un juego de segundas juntas (33), donde cada segunda junta (33) del juego de segundas juntas (33) está dispuesta entre una respectiva de dichas dos o tres barras de agua (30) y dicho elemento equilibrador (20); en el que
- 25 dicha primera junta (13) y dicho juego de segundas juntas (33) están configurados para permitir un movimiento de rotación de dicho elemento equilibrador (20) en relación con dicho asidero (10) así como en relación con dichas dos o tres barras de agua (30), y en el que
- dicha primera junta (13) y cada una de dichas segundas juntas (33) comprenden un par de superficies de junta redondeadas de manera esférica (11, 23; 25, 32).
- 30 2. Elemento combustible (1) según la reivindicación 1, en el que dicha primera junta (13) está dispuesta de manera central en relación con las segundas juntas (33).
3. Elemento combustible (1) según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho par de superficies de junta redondeadas de manera esférica (11, 23) de dicha primera junta (13) comprende una superficie de junta redondeada de manera esférica (11) en el asidero (10) y una superficie de junta redondeada de manera esférica (23) en el elemento equilibrador (20), y en el que las superficies de junta redondeadas de manera esférica (11, 23) de dicho par de superficies de junta redondeadas de manera esférica de la primera junta (13) están dispuestas en contacto entre sí.
- 35 4. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo dicha primera junta (13) medios de distancia (22) configurados para proporcionar un espacio para la rotación del elemento equilibrador (20) en relación con el asidero (10).
- 40 5. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que un elemento de fijación (31) respectivo está sujeto a la parte superior de cada barra de agua (30) y en el que cada uno de dichos pares de superficies de junta redondeadas de manera esférica (25, 32) de dichas segundas juntas (33) comprende una superficie de junta redondeada de manera esférica (32) en el elemento de fijación (31) y una superficie redondeada de manera esférica (25) en el elemento equilibrador (20), de modo que el
- 45 elemento equilibrador (20) comprende una superficie de junta redondeada de manera esférica (25) por cada elemento de fijación (31), y en el que las superficies de junta redondeadas de manera esférica (25, 32) de cada uno de dichos pares de superficies de junta redondeadas de manera esférica del juego de segundas juntas (33) están dispuestas en contacto entre sí.
6. Elemento combustible (1) según la reivindicación 5, en el que cada elemento de fijación respectivo (31)

comprende una tuerca, en la que un lado inferior de cada tuerca comprende una respectiva (32) de las superficies de junta redondeadas de manera esférica del juego de segundas juntas (33).

- 5 7. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho elemento equilibrador (20) comprende dos o tres orificios pasantes (24), en el que cada una de dichas dos o tres barras de agua (30) se extiende a través de uno de los orificios pasantes (24) de modo que una barra de agua (30) se extiende a través de cada orificio pasante (24), y en el que cada uno de dichos orificios pasantes (24) está configurado con un diámetro interno que proporciona un espacio para la barra de agua respectiva permitiendo así un movimiento de rotación del elemento equilibrador en relación con cada barra de agua.
- 10 8. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el número de dichas dos o tres barras de agua (30) es de tres.
9. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el número de dichas dos o tres barras de agua (30) es de dos.
- 15 10. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el elemento equilibrador (20) consiste en un elemento único, estando dotado dicho elemento único de dicha superficie redondeada de manera esférica (23) de la primera junta (13) en su lado inferior, y estando dotado de dichas superficies redondeadas de manera esférica (25) de la segunda junta (33) en su lado superior.
11. Elemento combustible (1) según la reivindicación 10, en el que dicho elemento único es un elemento de tipo placa.
- 20 12. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que dicho elemento equilibrador (20) está dispuesto para rotar al experimentar fuerzas verticales diferentes entre sí procedentes de las barras de agua (30) durante la elevación.
- 25 13. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, estando configurado para estar dispuesto en el interior de un canal (2) y en el que la placa de sujeción (4), el espaciador (6), las barras de combustible (3) y las barras de agua (30) están configurados para extraerse del canal (2) mediante elevación.
- 30 14. Elemento combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende además un canal (2), en el que el asidero (10) está unido al canal y en el que la placa de sujeción (4), el espaciador (6), las barras de combustible (3) y las barras de agua (30) están configurados para elevarse junto con el canal (2).



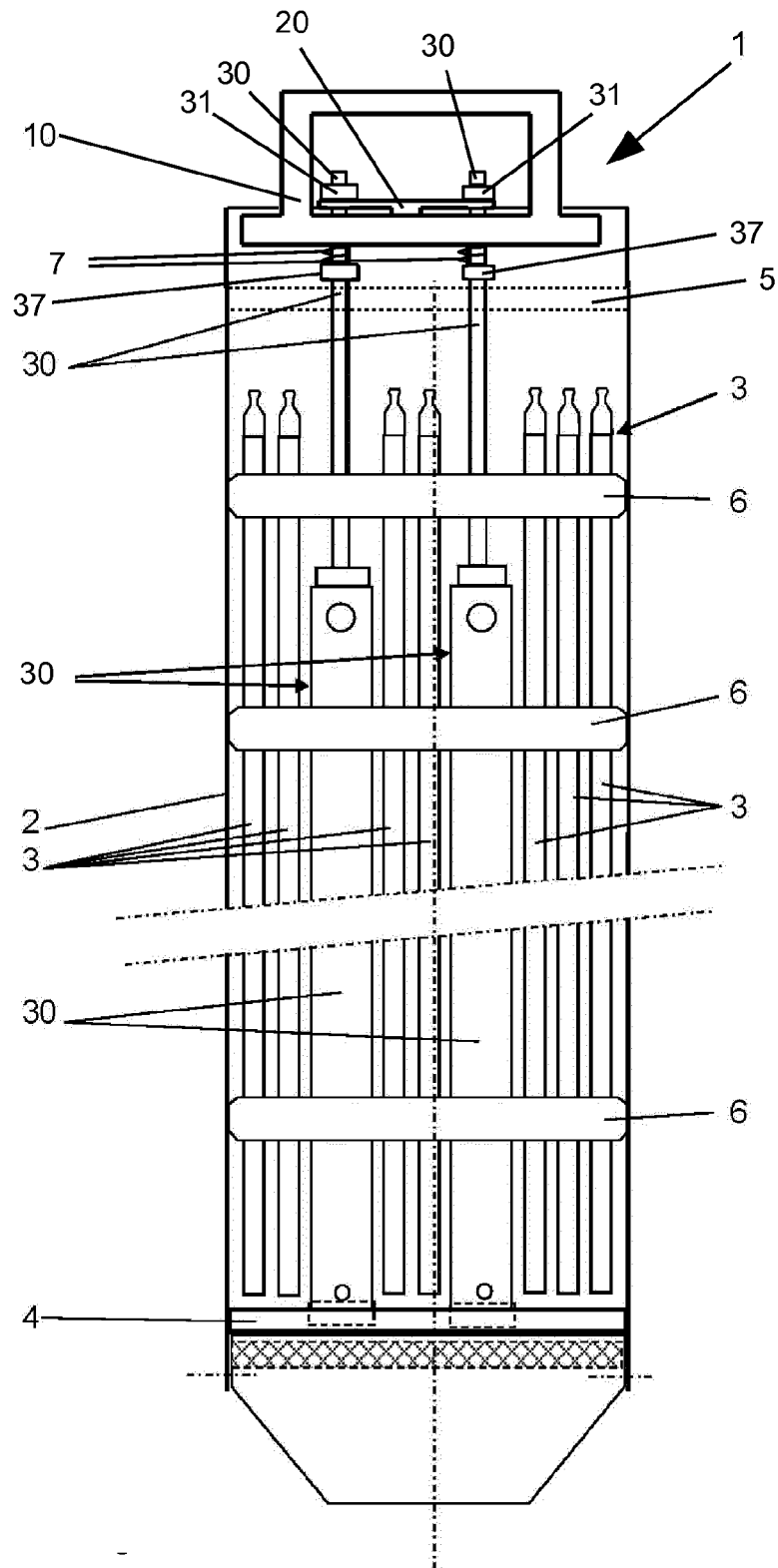


Fig. 1

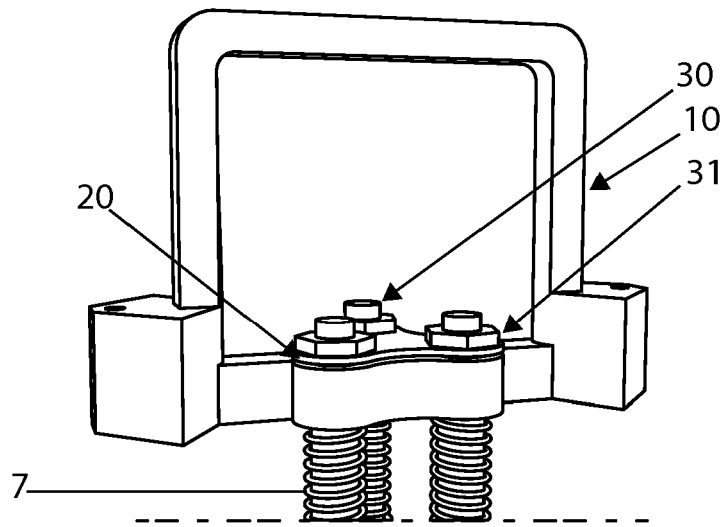


Fig. 2

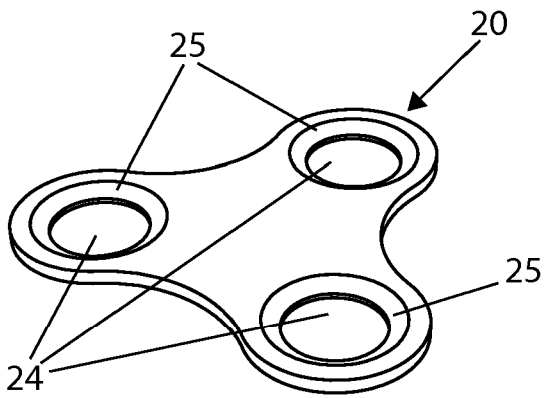


Fig. 2A

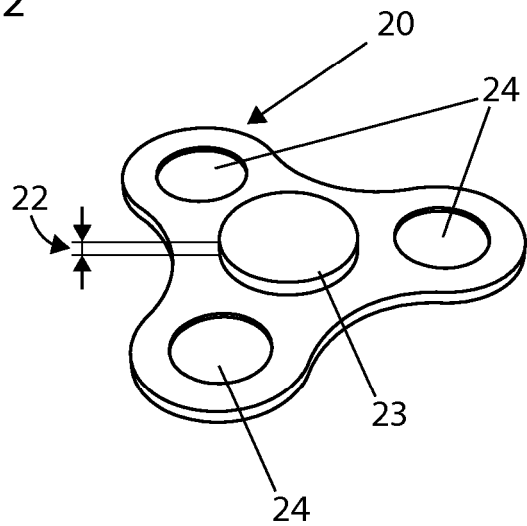


Fig. 2B

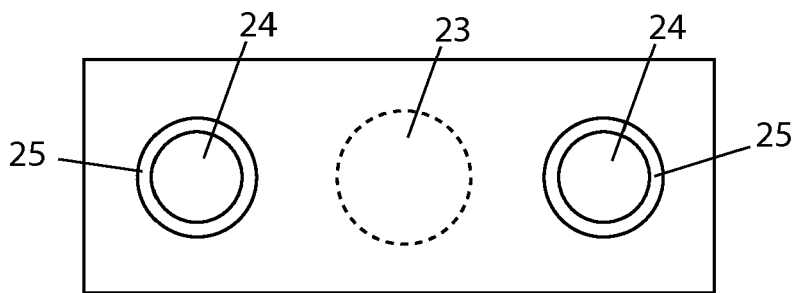


Fig. 2C

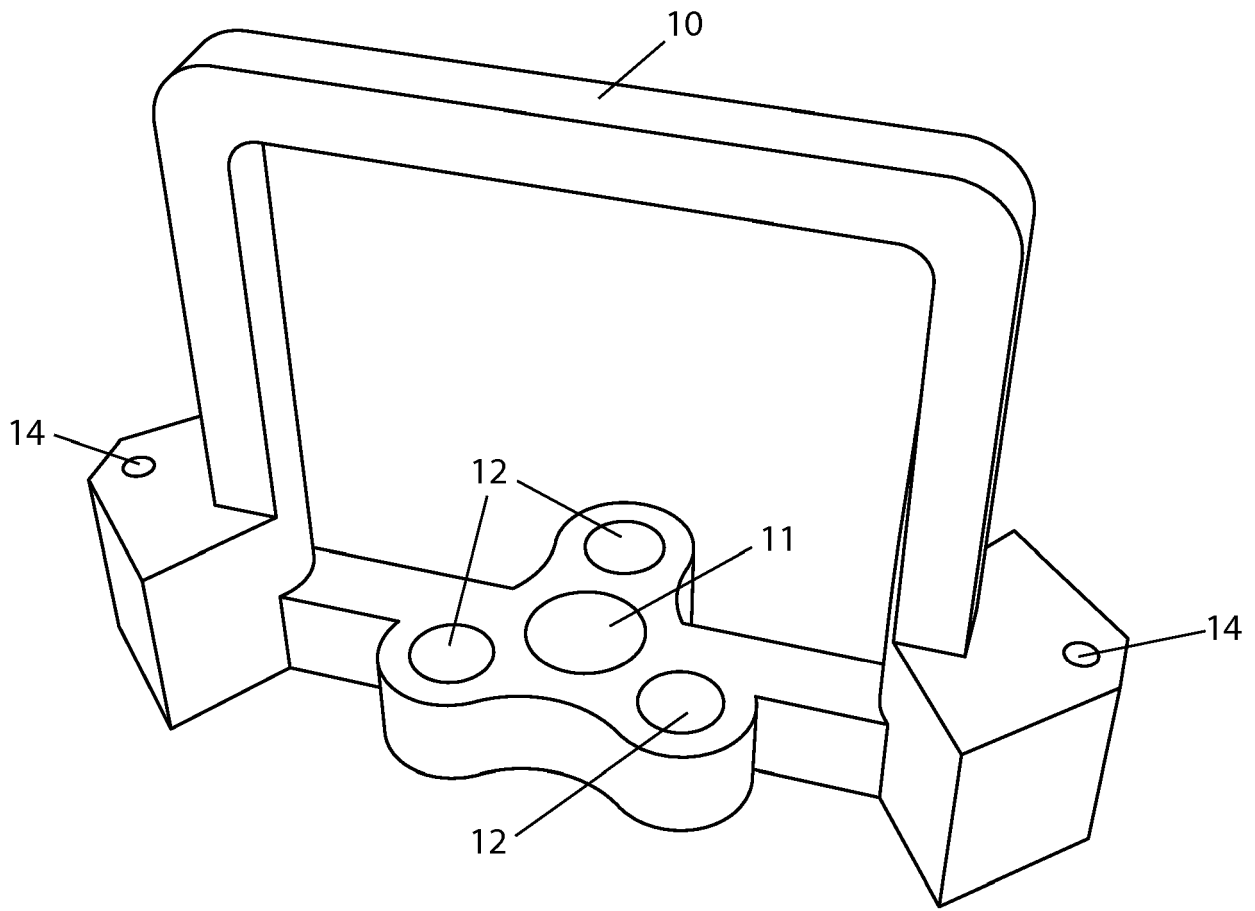


Fig. 3

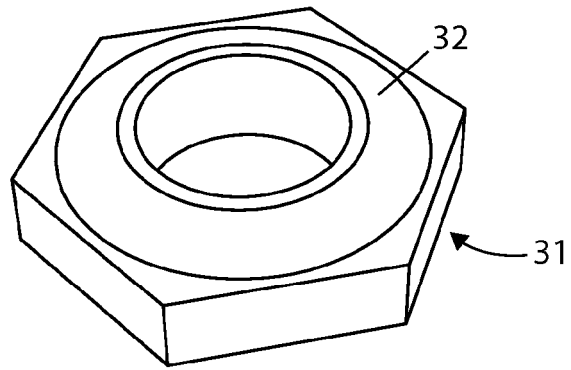


Fig. 4

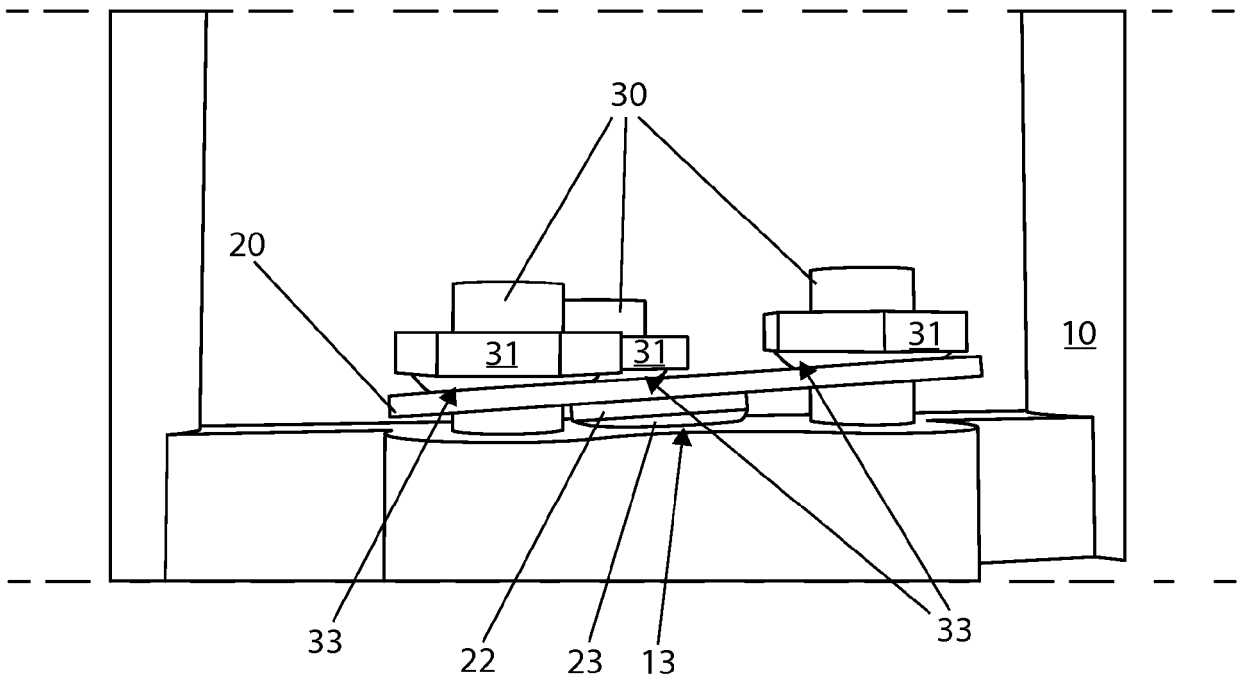


Fig. 5

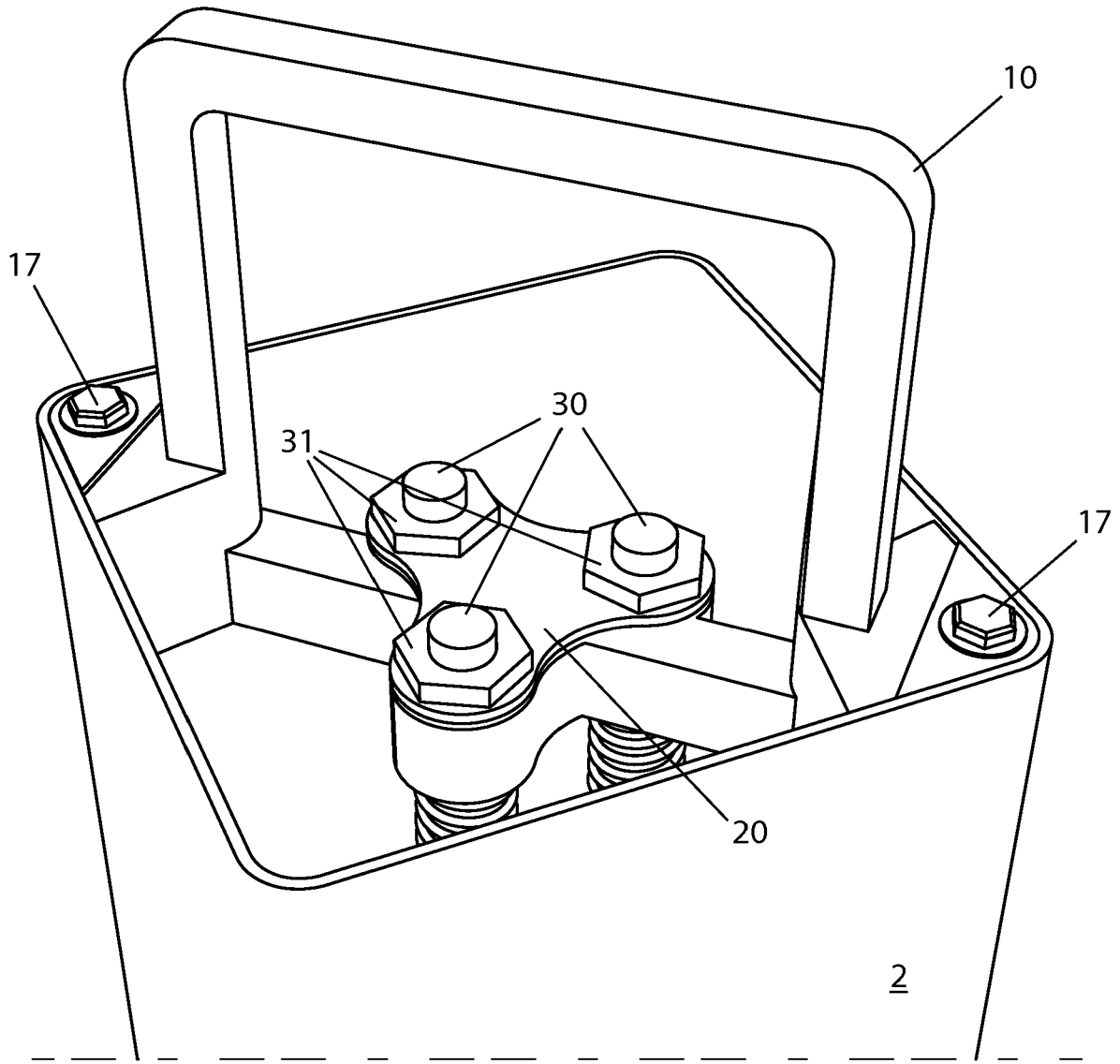


Fig. 6

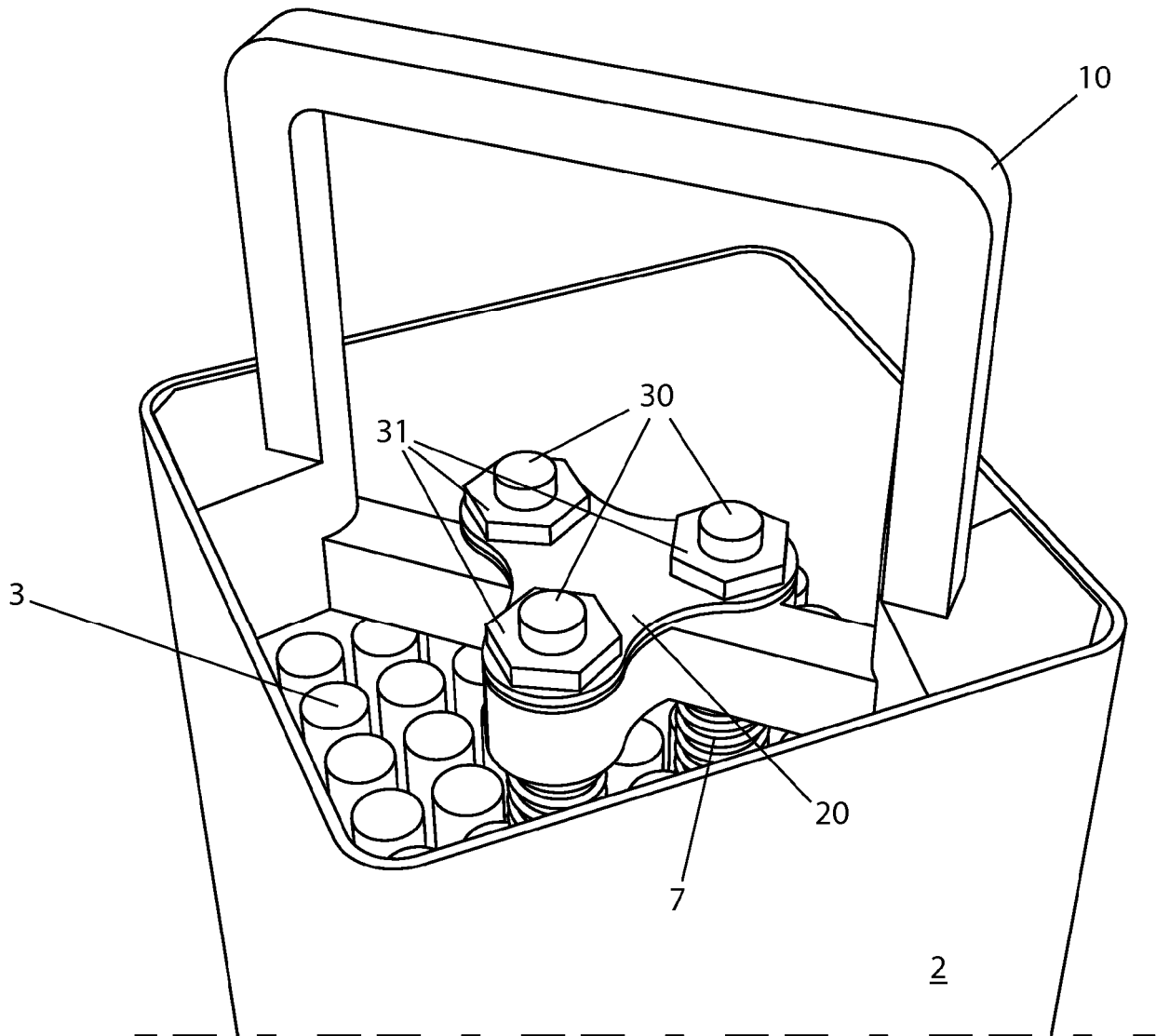


Fig. 7