

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 008**

51 Int. Cl.:

G21C 3/33

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2022** **PCT/EP2022/059867**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2022** **WO22219041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2022** **E 22723039 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025** **EP 4323999**

54 Título: **Boquilla superior de conjunto de combustible nuclear comprendiendo un dispositivo de retención**

30 Prioridad:

16.04.2021 EP 21305504

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

23.06.2025

73 Titular/es:

**FRAMATOME (100.00%)
1 place Jean Millier, Tour Areva
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**LABARRIERE, ERIC;
STREIT, DOMINIK y
ECKSTEIN, DANIEL**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 3 029 008 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

Boquilla superior de conjunto de combustible nuclear comprendiendo un dispositivo de retención

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una boquilla superior para un conjunto de combustible nuclear.

[0002] Un conjunto de combustible nuclear (o "conjunto combustible") comprende varillas de combustible nuclear (o "varillas de combustible") dispuestas en un haz y un armazón que soporta las varillas de combustible.

10 **[0003]** Cada varilla de combustible comprende un revestimiento tubular que contiene combustible nuclear (por ejemplo, pastillas de combustible nuclear, en particular pastillas de UO_2), los dos extremos del revestimiento tubular estando cerrados por tapones extremo de cierre respectivos.

[0004] El armazón comprende, por ejemplo, una boquilla inferior y una boquilla superior separadas a lo largo de un eje de conjunto, manguitos guía que se extienden a lo largo del eje de conjunto entre la boquilla inferior y la boquilla superior y conectando la boquilla inferior y la boquilla superior entre sí y rejillas espaciadoras unidas a los manguitos guía y distribuyéndose a lo largo de los manguitos guía, entre la boquilla inferior y la boquilla superior.

20 **[0005]** Las varillas de combustible se extienden entre la boquilla inferior y la boquilla superior pasando a través de las rejillas espaciadoras. La función de las rejillas espaciadoras es soportar las varillas de combustible a lo largo del eje de conjunto y transversalmente al eje de conjunto manteniendo las varillas de combustible en una relación espaciada.

25 **[0006]** Durante el funcionamiento, el conjunto combustible se inserta en un núcleo del reactor recibido en un recipiente del reactor, con el eje longitudinal del conjunto combustible extendiéndose sustancialmente de manera vertical y un refrigerante fluye verticalmente a través del conjunto combustible para moderar la reacción nuclear y para recuperar el calor producido por las varillas de combustible.

30 **[0007]** El refrigerante que fluye hacia arriba a través del conjunto combustible genera una fuerza que tiende a levantar el conjunto combustible. Esta fuerza en general se denomina "fuerza de elevación hidráulica". La fuerza de elevación hidráulica puede superar el peso del conjunto combustible.

35 **[0008]** Con el fin de contrarrestar la fuerza de elevación hidráulica, el conjunto combustible en general está provisto de un dispositivo de retención que está configurado para desviar el conjunto combustible hacia abajo.

[0009] El dispositivo de retención se proporciona, por ejemplo, en la boquilla superior y está configurado para apoyarse en una placa superior del reactor para empujar el conjunto combustible hacia abajo. El dispositivo de retención comprende miembros de resorte que generan una fuerza que es sustancialmente de manera lineal proporcional a la desviación de los miembros de resorte.

40 **[0010]** La fuerza de retención requerida para evitar la elevación del conjunto combustible varía con las diferentes condiciones de funcionamiento, ya que la fuerza de elevación hidráulica depende de la temperatura del refrigerante (dado que la temperatura del refrigerante influye en la densidad del refrigerante y, por tanto, en la fuerza de elevación hidráulica) y el caudal volumétrico del refrigerante a través del reactor.

45 **[0011]** Durante el arranque del reactor en frío, la densidad del refrigerante es alta, lo que da como resultado una gran fuerza de elevación hidráulica y la fuerza de retención requerida es grande. Con un funcionamiento de potencia normal, la densidad del refrigerante es baja y la fuerza de retención requerida es baja.

50 **[0012]** Además, debido a la expansión térmica diferencial entre el conjunto combustible y el recipiente del reactor, la fuerza de retención generada por el dispositivo de retención varía con la temperatura. Por ejemplo, un aumento en la temperatura del reactor nuclear da como resultado una reducción de la fuerza de retención generada por el dispositivo de retención.

55 **[0013]** A pesar de este efecto, la fuerza de retención generada por el dispositivo de retención durante las condiciones de funcionamiento en caliente es en general mayor de lo necesario, dado que la menor densidad del refrigerante también se traduce en una menor fuerza de elevación hidráulica.

60 **[0014]** Además, la irradiación del conjunto combustible en general provoca una disminución de la fuerza de retención debido a la relajación del resorte durante la vida útil del conjunto combustible. Esto se compensa proporcionando un dispositivo de retención que genera una fuerza de retención mayor de lo necesario antes de la irradiación del conjunto combustible.

[0015] Como consecuencia, el dispositivo de retención ejerce niveles innecesariamente altos de esfuerzo mecánico sobre la estructura del conjunto combustible, lo que constituye una de las principales causas de la curvatura

del conjunto combustible.

[0016] Las consecuencias de la curvatura del conjunto combustible incluyen dificultades durante las operaciones de manipulación, tales como la carga/descarga del conjunto combustible dentro o fuera del núcleo del reactor y problemas de seguridad, tales como la inserción incompleta de las varillas de control insertadas en los manguitos guía para reducir la reactividad nuclear del conjunto combustible nuclear.

[0017] El documento FR2693825A1 describe un conjunto de combustible nuclear que tiene una boquilla superior comprendiendo una placa superior, una placa inferior unida a tubos de guía y resortes dispuestos entre la placa superior y la placa inferior para alejar la placa superior de la placa inferior.

[0018] Uno de los objetivos de la invención es proporcionar un dispositivo de retención que permita un mejor ajuste de la fuerza de retención.

[0019] A este respecto, la invención propone una boquilla superior para un conjunto de combustible nuclear, extendiéndose la boquilla superior a lo largo de un eje de boquilla y comprendiendo:

- una placa inferior;
- una placa superior separada axialmente de la placa inferior;
- una placa intermedia colocada axialmente entre la placa superior y la placa inferior que se puede mover axialmente entre una posición superior y una posición inferior;
- uno o varios miembros de resorte principales, estando cada miembro de resorte principal dispuesto de tal manera que empuje permanentemente la placa intermedia hacia la placa superior;
- uno o varios miembros de resorte, estando cada miembro de resorte auxiliar dispuesto para empujar la placa intermedia hacia la placa superior cuando la placa intermedia está ubicada entre la posición inferior y una posición intermedia asociada a este miembro de resorte auxiliar; y
- un elemento de precarga asociado a cada miembro de resorte auxiliar que está dispuesto de tal manera que el miembro de resorte auxiliar se apoya contra la placa superior a través del elemento de precarga cuando la placa intermedia está ubicada entre la posición intermedia asociada a dicho miembro de resorte auxiliar y la posición superior.

[0020] La boquilla superior que incorpora dicho dispositivo de retención proporciona un mejor ajuste de la fuerza de retención para diversas condiciones de funcionamiento y durante la vida útil del conjunto combustible, permitiendo de este modo una reducción del riesgo de curvatura del conjunto combustible.

[0021] El dispositivo de retención proporciona una fuerza de retención suficiente y adaptada a las necesidades en condiciones de funcionamiento en frío (por ejemplo, fase de inicio de un ciclo de funcionamiento) durante lo cual el o los miembros de resorte principales y al menos uno del o de los miembros de resorte auxiliares están activos para generar la fuerza de retención, al tiempo que permite una disminución de la fuerza de retención en condiciones de funcionamiento en caliente (por ejemplo, ciclo de funcionamiento normal), durante lo cual solamente el o los miembros de resorte principales están activos, el o los miembros de resorte auxiliares ya no actúan sobre la placa intermedia.

[0022] En realizaciones específicas, la boquilla superior comprende una o varias de las siguientes características opcionales, tomadas individualmente o según cualquier combinación técnicamente factible:

- cada elemento de precarga se extiende a través de la placa intermedia;
- la placa inferior está conectada a la placa superior a través de al menos un elemento de conexión, extendiéndose cada elemento de conexión axialmente entre la placa inferior y la placa superior;
- cada miembro de resorte principal está montado sobre un dicho elemento de conexión;
- cada elemento de conexión sobre el que está montado un miembro de resorte principal es un tubo, en particular un manguito guía;
- cada miembro de resorte auxiliar está montado sobre un dicho elemento de conexión;
- cada elemento de conexión sobre el que está montado un miembro de resorte auxiliar es un tubo, en particular un manguito guía;
- comprende un miembro de retención configurado para limitar el movimiento axial de la placa intermedia hacia la placa superior;
- el miembro de retención es alargado axialmente comprendiendo un extremo fijo unido fijamente a una de la placa inferior y de la placa superior, deslizándose el miembro de retención axialmente a través de la otra de la placa inferior y de la placa superior;
- comprende una parte inferior y una parte superior que son tubulares, estando la parte inferior y la parte superior instaladas telescópicamente una sobre la otra a lo largo del eje de boquilla, estando la placa intermedia recibida en el interior de la parte superior y estando unida fijamente a la parte superior y estando la placa inferior recibida en el interior de la parte inferior y estando unida fijamente a la parte inferior.

[0023] La invención también se refiere a un conjunto de combustible nuclear que se extiende a lo largo de un

eje longitudinal y una boquilla inferior, una boquilla superior como se definió anteriormente, manguitos guía que se extienden entre la boquilla inferior y la boquilla superior que conectan la boquilla inferior y la boquilla superior, varillas de combustible nuclear colocadas entre la boquilla inferior y la boquilla superior y rejillas espaciadoras unidas fijamente a los manguitos guía, extendiéndose las varillas de combustible nuclear entre la boquilla inferior y la boquilla superior pasando a través de las rejillas espaciadoras.

[0024] La invención y sus ventajas se comprenderán mejor al leer la siguiente descripción, proporcionada únicamente a modo de ejemplo no limitante y con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

- 10 - La Figura 1 es una vista en alzado lateral de un conjunto de combustible nuclear comprendiendo una boquilla superior que incorpora un dispositivo de retención;
- Las Figuras 2-4 son vistas en sección transversal del dispositivo de retención en tres configuraciones diferentes.

[0025] El conjunto de combustible nuclear 2 de la Figura 1 comprende un haz de varillas de combustible nuclear 4 y un armazón 6 para sostener las varillas de combustible 4. Las varillas de combustible 4 se extienden en paralelo entre sí y a un eje de conjunto L.

[0026] El armazón 6 comprende una boquilla inferior 8, una boquilla superior 10, una pluralidad de manguitos guía 12 y una pluralidad de rejillas espaciadoras 14.

[0027] La boquilla inferior 8 y la boquilla superior 10 están separadas a lo largo del eje de conjunto L. Los manguitos guía 12 se extienden paralelamente al eje de conjunto L y conectan la boquilla inferior 8 con la boquilla superior 10 manteniendo una separación predeterminada a lo largo del eje de conjunto L entre la boquilla inferior 8 y la boquilla superior 10. Las varillas de combustible 4 son recibidas entre la boquilla inferior 8 y la boquilla superior 10.

[0028] Las rejillas espaciadoras 14 se distribuyen a lo largo del haz de varillas de combustible 4. Cada rejilla espaciadora 14 está unida fijamente a los manguitos guía 12, extendiéndose los manguitos guía a través de la rejilla espaciadora 14.

[0029] Las varillas de combustible 4 se extienden a través de las rejillas espaciadas 14. Cada rejilla espaciadora 14 está configurada para soportar las varillas de combustible 4 en una relación transversalmente espaciada. Cada rejilla espaciadora 14 está configurada para soportar las varillas de combustible 4 a lo largo del eje de conjunto L y transversalmente al eje de conjunto L.

[0030] En funcionamiento, el conjunto de combustible nuclear 2 se inserta en un núcleo del reactor en el interior de un recipiente del reactor, entre una placa de núcleo inferior y una placa de núcleo superior. La boquilla inferior 8 está configurada para descansar sobre la placa de núcleo inferior. La boquilla superior 10 está configurada para apoyarse contra la placa de núcleo superior presionando el conjunto de combustible nuclear 2 hacia abajo contra la fuerza de elevación hidráulica.

[0031] Como se observa en la Figura 1, la boquilla superior 10 se extiende a lo largo de un eje de boquilla N. El eje de boquilla N coincide con el eje de conjunto L.

[0032] La boquilla superior 10 comprende una parte inferior 16a que está unida fijamente a los manguitos guía 12 y una parte superior 18 que se puede mover a lo largo del eje de boquilla N con respecto a la parte inferior 16. La parte superior 18 está configurada para descansar sobre la placa de núcleo superior.

[0033] Como se ilustra en las Figuras 2-4, la boquilla superior 10 comprende un dispositivo de retención 20 configurado para empujar la parte superior 18 hacia arriba con respecto a la parte inferior 16 a lo largo del eje de boquilla N.

[0034] Por ende, cuando la parte superior 18 se apoya en la placa de núcleo superior, la parte inferior 16 es empujada hacia abajo y el conjunto combustible 2 es empujado hacia abajo para retener el conjunto combustible 2 contra la fuerza de elevación hidráulica.

[0035] El dispositivo de retención 20 comprende una placa inferior 22, una placa superior 24 separada axialmente de la placa inferior 22 y una placa intermedia 26 proporcionada entre la placa inferior 22 y la placa superior 24, siendo la placa intermedia 26 móvil axialmente a lo largo del eje de boquilla N con respecto a la placa inferior 22 y la placa superior 24, entre una posición superior (Figura 2) y una posición inferior (Figura 4).

[0036] Preferentemente, la placa inferior 22 y la placa superior 24 se mantienen en posiciones fijas a lo largo del eje de boquilla N.

[0037] En un ejemplo, la placa inferior 22 y la placa superior 24 están conectadas entre sí a través de elementos de conexión, moviéndose la placa intermedia 26 axialmente entre la placa inferior 22 y la placa superior 24 con

deslizamiento a lo largo de los elementos de conexión.

[0038] Preferentemente, la placa inferior 22 y la placa superior 24 se conectan a través de los elementos de conexión de tal manera que la placa inferior 22 y la placa superior 24 se mantienen en posiciones fijas respectivas a lo largo de los elementos de conexión.

[0039] En una realización particular, la placa superior 24 está fijada axialmente con respecto a los elementos de conexión y/o la placa inferior 22 es empujada permanentemente hacia abajo por al menos un miembro elástico en apoyo contra al menos un miembro de tope inferior que limita un movimiento hacia abajo de la placa inferior 22 a lo largo de los elementos de conexión.

[0040] Como se ilustra en las Figuras 2-4, los elementos de conexión comprenden, por ejemplo, manguitos guía 12 del conjunto de combustible nuclear 2.

[0041] Los manguitos guía 12 se extienden a través de la placa inferior 22, la placa superior 24 y la placa intermedia 26.

[0042] La placa inferior 22 queda retenida axialmente a lo largo de los manguitos guía 12 para limitar un movimiento hacia abajo de la placa inferior 22 con respecto a los manguitos guía 12.

[0043] Según este punto de vista, al menos un manguito guía 12 o cada manguito guía 12 está provisto, por ejemplo, de un miembro de tope inferior que limita un movimiento hacia abajo de la placa inferior 22 a lo largo del manguito guía 12. El miembro de tope inferior es, por ejemplo, un hombro 12A del manguito guía 12.

[0044] Como se explicará más adelante, la placa inferior 22 es empujada permanentemente hacia abajo por uno o varios miembros de resorte.

[0045] La placa superior 24 se mantiene, por ejemplo, en una posición fija axialmente a lo largo de los manguitos guía 12.

[0046] Según este punto de vista, la placa superior 24 está instalada, por ejemplo, en al menos un manguito de guía 12 o cada uno de los manguitos de guía 12 y estando fijada axialmente entre un hombro superior 12B del manguito de guía 12 y una tuerca 27 atornillada en una rosca externa del manguito de guía 12.

[0047] La placa intermedia 26 es deslizable a lo largo de los manguitos guía 12 entre la placa inferior 22 y la placa superior 24.

[0048] El dispositivo de retención 20 comprende al menos un miembro de resorte principal 28, estando cada miembro de resorte principal 28 dispuesto entre la placa inferior 22 y la placa intermedia 26 para empujar permanentemente la placa intermedia 26 hacia la placa superior 24.

[0049] Cada miembro de resorte principal 28 está permanentemente activo a lo largo de toda la carrera de la placa intermedia 26 entre la posición superior (Figura 2) y la posición inferior (Figura 4).

[0050] La placa inferior 22 es empujada permanentemente hacia abajo por cada miembro de resorte principal 28, preferentemente en apoyo contra cada miembro de tope inferior 12A. La placa inferior 22 se mantiene así en una posición fija a lo largo de los manguitos guía 12.

[0051] El dispositivo de retención 20 comprende uno o varios miembros de resorte auxiliares 30, estando cada miembro de resorte auxiliar 30 dispuesto de tal manera que empuja la placa intermedia 26 hacia la placa superior 24 cuando la placa intermedia 26 está ubicada entre la posición inferior y una posición intermedia asociada a este miembro de resorte auxiliar 30 (Figura 3), estando la posición intermedia ubicada entre la posición inferior y la posición superior.

[0052] Cada miembro de resorte auxiliar 30 está dispuesto para estar activo para empujar la placa intermedia 26 hacia la placa superior 24 cuando la placa intermedia 26 está ubicada entre la posición inferior y la posición intermedia asociada y para estar inactivo cuando la placa intermedia 26 está ubicada entre la posición intermedia asociada y la posición superior.

[0053] Cuando la placa intermedia 26 está ubicada entre la posición inferior y la posición intermedia asociada a uno o varios miembros de resorte auxiliares 30, la placa intermedia 26 es empujada hacia la placa superior 24 por cada miembro de resorte principal 28 y por cada miembro de resorte auxiliar 30 asociado a esta posición intermedia.

[0054] Cuando la placa intermedia 26 está ubicada entre una posición intermedia asociada a uno o varios miembros de resorte auxiliares 30 y la posición superior, la placa intermedia 26 es empujada hacia la placa superior

24 por cada miembro de resorte principal 28 sin que sea empujada hacia la placa superior 24 por cada miembro de resorte auxiliar 30 asociado a esta posición intermedia.

[0055] El dispositivo de retención 20 comprende un elemento de precarga 32 asociado a cada miembro de resorte auxiliar 30 y dispuesto de tal manera que el miembro de resorte auxiliar 30 se apoya contra la placa superior 24 a través del elemento de precarga 32 cuando la placa intermedia 26 está ubicada entre la posición intermedia asociada a este miembro de resorte auxiliar 30 y la posición superior.

[0056] El elemento de precarga 32 asociado a cada miembro de resorte auxiliar 30 está configurado de tal manera que el miembro de resorte auxiliar 30 que se apoya contra la placa superior 24 a través del elemento de precarga 32 está precargado.

[0057] El elemento de precarga 32 se extiende, por ejemplo, a través de la placa intermedia 26, el miembro de resorte auxiliar 30 está ubicado entre la placa inferior 22 y la placa intermedia 26 y apoyándose contra la placa superior 24 a través del elemento de precarga 32 que se extiende a través de la placa intermedia 26 cuando la placa intermedia 26 está entre la posición intermedia asociada al miembro de resorte auxiliar 30 y la posición superior.

[0058] En dicho ejemplo, ventajosamente, cuando la placa intermedia 26 está entre la posición intermedia asociada a un miembro de resorte auxiliar 30 y la posición inferior, este miembro de resorte auxiliar 30 se apoya en la placa intermedia 26 a través del elemento de precarga 32.

[0059] Cada manguito guía 12 tiene una parte axial superior 34 que se extiende axialmente entre la placa inferior 22 y la placa superior 24.

[0060] La parte axial superior 34 de cada manguito guía 12 se extiende a través de la placa intermedia 26. La placa intermedia 26 está provista de una abertura 26A respectiva para la parte axial superior 34 de cada manguito guía 12.

[0061] Cada miembro de resorte principal 28 es, por ejemplo, un resorte helicoidal, que tiene un extremo inferior que se apoya contra la placa inferior 22 y un extremo superior que se apoya contra la placa intermedia 26.

[0062] Cada miembro de resorte principal 28 está montado, por ejemplo, sobre una parte axial superior 34 de un manguito guía 12 de tal manera que el miembro de resorte principal 28 es guiado por la parte axial superior 34 del manguito guía 12. Cada miembro de resorte principal 28 se proporciona, por ejemplo, como un resorte helicoidal que se extiende alrededor de la parte axial superior 34 sobre la que está montado el miembro de resorte principal 28.

[0063] Cada miembro de resorte auxiliar 30 es, por ejemplo, un resorte helicoidal, que tiene un extremo inferior que se apoya contra la placa inferior 22 y un extremo superior que se apoya contra el elemento de precarga 32.

[0064] Cada miembro de resorte auxiliar 30 está montado, por ejemplo, sobre una parte axial superior 34 de un manguito guía 12 de tal manera que sea guiado por la parte axial superior 34 del manguito guía 12.

[0065] Cada miembro de resorte auxiliar 30 se proporciona, por ejemplo, como un resorte helicoidal que se extiende alrededor de la parte axial superior 34 sobre la que está montado el miembro de resorte auxiliar 30.

[0066] Cada elemento de precarga 32 es, por ejemplo, tubular y está montado de forma deslizante en un manguito guía 12, axialmente entre un miembro de resorte auxiliar 30 y la placa superior 24.

[0067] Cada elemento de precarga 32 tiene, por ejemplo, una superficie de apoyo inferior 32A sobre la que el miembro de resorte auxiliar 30 empuja para presionar el elemento de precarga 32 hacia arriba, una superficie de apoyo superior 32B que se apoya en la placa superior 24 cuando la placa intermedia está entre la posición intermedia y la posición superior y una superficie de apoyo de activación 32C que se apoya contra la placa intermedia 26 cuando la placa intermedia 26 está ubicada entre la posición intermedia y la posición inferior.

[0068] La placa intermedia 26 es deslizable a lo largo del elemento de precarga 32 entre la posición intermedia y la posición superior.

[0069] Cuando la placa intermedia 26 está entre la posición intermedia asociada a un miembro de resorte auxiliar 30 y la posición inferior, el miembro de resorte auxiliar 30 empuja sobre la placa intermedia 26 a través del elemento de precarga 32. El miembro de resorte auxiliar 30 se apoya sobre la superficie de apoyo inferior 32A y la placa intermedia 26 se apoya sobre la superficie de apoyo de activación 32C.

[0070] Cuando la placa intermedia 26 está entre la posición intermedia asociada a un miembro de resorte auxiliar 30 y la posición inferior, el elemento de precarga 32 se mueve hacia abajo hacia la placa inferior 22 conjuntamente con la placa intermedia 26 de tal manera que el elemento de precarga 32 ya no se apoya contra la

placa superior 24 (Figura 4).

[0071] La placa inferior 22 es presionada permanentemente hacia abajo por cada miembro de resorte auxiliar 30, preferentemente en apoyo contra cada miembro de tope inferior 12.

[0072] En un ejemplo preferido, en las diferentes posiciones, el o los miembros de resorte principales 28 y el o los miembros de resorte auxiliares 30 presionan permanentemente la placa inferior 22 hacia abajo manteniendo la placa inferior 22 apoyada contra cada miembro de tope inferior 12A, en una posición fija a lo largo de los manguitos guía 12.

[0073] Opcionalmente, la boquilla superior 10 comprende un miembro de retención 40 configurado para limitar el movimiento axial de la placa intermedia 26 hacia la placa superior 24 con respecto a la placa inferior 22. Tal miembro de retención 40 es útil, por ejemplo, durante las operaciones de montaje/desmontaje, en particular en el presente caso al retirar las tuercas 27.

[0074] El miembro de retención 40 es, por ejemplo, alargado axialmente y comprende un extremo fijo 42 unido fijamente a una de la placa inferior 22 y de la placa intermedia 26, deslizándose el miembro de retención 40 axialmente a través de un orificio proporcionado en la otra de la placa inferior 22 y de la placa intermedia 26.

[0075] Opcionalmente, el otro extremo 44 del miembro de retención 40 está provisto de un miembro de tope 46 para limitar la separación entre la placa inferior 22 y la placa intermedia 26.

[0076] En una realización ejemplar, el extremo fijo 42 está unido fijamente a la placa intermedia 26, deslizándose el miembro de retención 40 axialmente a través de un orificio provisto en la placa inferior 22, estando el otro extremo 44 del miembro de retención 40 provisto del miembro de tope 46.

[0077] La parte inferior 16 de la boquilla superior 10 está conectada rígidamente a la placa inferior 22 y la parte superior 18 de la boquilla superior 10 está conectada rígidamente a la placa intermedia 26, de tal manera que la placa intermedia 26 se mueve axialmente con la parte superior 18.

[0078] La parte inferior 16 y la parte superior 18 son preferentemente tubulares y están instaladas telescópicamente una sobre la otra, siendo la placa inferior 22 recibida en el interior de la parte inferior 16 y siendo la placa superior 24 y la placa intermedia 26 recibidas en el interior de la parte superior 18.

[0079] A continuación se describirá el funcionamiento del dispositivo de retención 20 con referencia a las Figuras 2-4.

[0080] La parte superior 18 de la boquilla superior 10 está, por ejemplo, inicialmente en una posición más alta, estando la placa intermedia 26, por tanto, en su posición superior adyacente a la placa superior 24.

[0081] Cuando la parte superior 18 de la boquilla superior 10 se apoya contra la placa de núcleo superior, la parte superior 18 tiende a moverse hacia abajo, moviendo así la placa intermedia 26 hacia abajo hacia la placa inferior 22.

[0082] Siempre que la placa intermedia 26 esté ubicada entre la posición superior y la posición intermedia asociada a un miembro de resorte auxiliar 30, el o los miembros de resorte principales 28 empujan la placa intermedia 26 y la placa inferior 22 alejándose una de otra, pero el miembro de resorte auxiliar 30 está inactivo y no actúa sobre la placa intermedia 26. La fuerza de retención generada por el dispositivo de retención 20 es generada solamente por el o los miembros de resorte principales 28.

[0083] Siempre que la placa intermedia 26 esté ubicada entre la posición superior y la posición intermedia asociada a un miembro de resorte auxiliar 30, la placa intermedia 26 no se apoya contra el elemento de precarga 32 asociado a este miembro de resorte auxiliar 30 que se apoya contra la placa superior 24 a través del elemento de precarga 32.

[0084] Cuando la placa intermedia 26 alcanza la posición intermedia asociada a un miembro de resorte auxiliar 30 y se encuentra entre la posición intermedia y la posición inferior, el o los miembros de resorte principales 28 y el miembro de resorte auxiliar 30 están activos simultáneamente y cooperan para empujar la placa intermedia 26 hacia arriba.

[0085] Por debajo de una posición intermedia dada de la placa intermedia 26, la fuerza de retención generada por el dispositivo de retención 20 es generada conjuntamente por el o los miembros de resorte principales 28 y por cada miembro de resorte auxiliar 30 asociado a esta posición intermedia o a una posición intermedia inferior.

[0086] Por ende, la fuerza de retención generada por el dispositivo de retención 20 se vuelve mayor cuando la

placa intermedia 26 se mueve por debajo de cada posición intermedia, con un escalón en la fuerza de retención generada cuando la placa intermedia 26 pasa la posición intermedia debido a la precarga del o de los miembros de resorte auxiliares 30.

5 **[0087]** Debido a la expansión térmica diferencial del recipiente del reactor y el conjunto de combustible nuclear, la placa intermedia 26 tiende a moverse hacia arriba con respecto a la placa inferior 22 en condiciones de funcionamiento normales y a moverse hacia abajo en condiciones de arranque en frío.

10 **[0088]** En una condición de arranque en frío, el o los miembros de resorte principales (28) y el o los miembros de resorte auxiliares (30) actúan simultáneamente para proporcionar la fuerza de retención máxima.

[0089] Con los aumentos de temperatura, la placa intermedia 26 tiende a moverse hacia arriba con respecto a la placa inferior 22. La fuerza generada por cada miembro de resorte auxiliar 30 disminuye hasta que la placa intermedia 26 alcanza la posición intermedia asociada y el miembro de resorte auxiliar 30 se apoya contra la placa superior 24 a través del elemento de precarga asociado 32.

[0090] En cada posición intermedia de la placa intermedia 26, la fuerza de retención disminuye en un escalón de fuerza correspondiente a la precarga del o de los miembros de resorte auxiliares 30 asociados a esta posición intermedia.

20 **[0091]** Usando el dispositivo de retención 20 con una fuerza escalonada con respecto a la carrera de la parte superior de la boquilla superior 10, la fuerza de retención sigue la carga requerida para evitar una elevación del conjunto de combustible nuclear en las diferentes condiciones de funcionamiento.

25 **[0092]** El sistema de retención escalonada puede dimensionarse de manera que, durante la vida útil del conjunto combustible, debido al alargamiento inducido por la irradiación del conjunto combustible, el o los miembros de resorte auxiliares 30 se activan durante las condiciones de funcionamiento, de modo que se pueda compensar una pérdida de fuerza de retención debido a la relajación de los miembros de resorte 28 y 30. La fuerza de retención general puede permanecer relativamente constante durante el tiempo de irradiación.

30 **[0093]** Si bien evita la elevación del conjunto combustible tanto en condiciones de arranque en frío como en condiciones de funcionamiento en caliente, el sistema de retención escalonada reduce el exceso de fuerzas de retención en condiciones de funcionamiento normales (en caliente). Los esfuerzos mecánicos ejercidos durante la vida útil del conjunto combustible se reducen significativamente, lo que da como resultado una menor curvatura del conjunto combustible.

[0094] La invención no se limita a los ejemplos y variantes tratados anteriormente. Se pueden contemplar otros ejemplos y variantes dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones.

40 **[0095]** En el ejemplo ilustrado, la placa inferior 22 y la placa superior 24 están conectadas a través de manguitos guía 12.

[0096] Como alternativa u opcionalmente, la placa inferior 22 y la placa superior 24 están conectadas entre sí con elementos de conexión distintos de los manguitos guía 12. En tal caso, el o los miembros de resorte principales 28 y el o los miembros de resorte auxiliares 30 están montados opcionalmente sobre los elementos de conexión de manera que sean guiados por dichos elementos de conexión.

[0097] Por ende, de manera general, la placa inferior 22 y la placa superior 24 están conectadas entre sí a través de elementos de conexión, estando el o los miembros de resorte principales 28 y el o los miembros de resorte auxiliares 30 opcionalmente montados sobre los elementos de conexión de manera que sean guiados por dichos elementos de conexión.

[0098] Además, el dispositivo de retención 20 puede estar configurado de tal manera que la fuerza de retención generada por el dispositivo de retención 20 tenga un solo escalón o varios escalones sucesivos a lo largo del movimiento axial de la placa intermedia 26.

[0099] Desde este punto de vista, el dispositivo de retención 20 comprende, por ejemplo, una sola posición intermedia o varias posiciones intermedias sucesivas con la fuerza de retención generada por el dispositivo de retención 20 que presenta un escalón en la o cada posición intermedia, con uno o varios miembros de resorte auxiliares 30 estando asociados a cada posición intermedia.

[0100] Cuando se proporcionan posiciones intermedias sucesivas, las posiciones intermedias son distintas entre sí.

65 **[0101]** En un ejemplo, el dispositivo de retención comprende al menos una primera posición intermedia y una

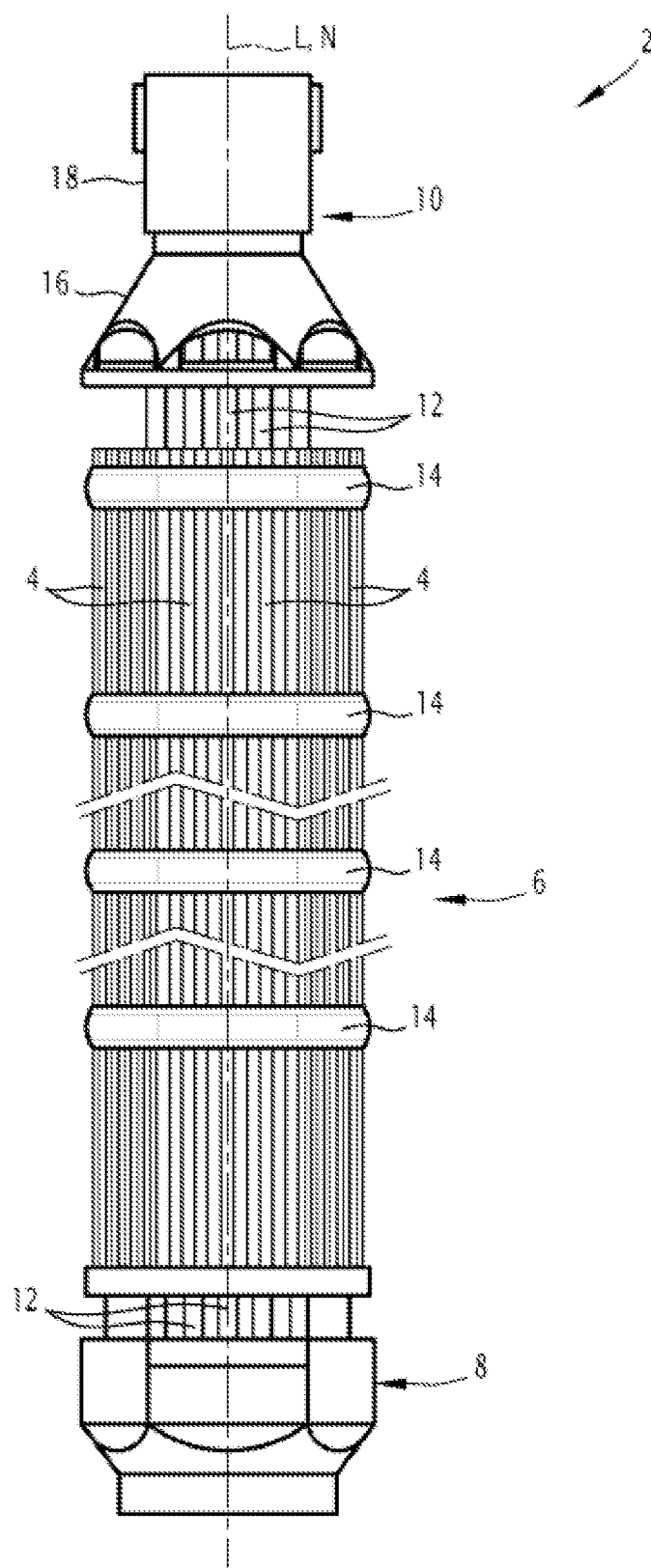
segunda posición intermedia distinta de la primera posición intermedia, uno o varios primeros miembros de resorte auxiliares 30 asociados a la primera posición intermedia y uno o varios segundos miembros de resorte auxiliares 30 asociados a la segunda posición intermedia. La segunda posición intermedia es, por ejemplo, más baja que la primera posición intermedia, es decir, más cercana a la posición inferior que la primera posición intermedia.

5

REIVINDICACIONES

1. Boquilla superior para un conjunto de combustible nuclear, extendiéndose la boquilla superior a lo largo de un eje de boquilla y comprendiendo:
5
 - una placa inferior (22);
 - una placa superior (24) separada axialmente de la placa inferior (22);
 - una placa intermedia (26) colocada axialmente entre la placa superior (24) y la placa inferior (22) que se puede mover axialmente entre una posición superior y una posición inferior;
 - 10 - uno o varios miembros de resorte principales (28), estando cada miembro de resorte principal (28) dispuesto de tal manera que empuje permanentemente la placa intermedia (26) hacia la placa superior (24);
 - uno o varios miembros de resorte auxiliares (30), estando cada miembro de resorte auxiliar (30) dispuesto para empujar la placa intermedia (26) hacia la placa superior (24) cuando la placa intermedia (26) está ubicada entre la posición inferior y una posición intermedia asociada a este miembro de resorte auxiliar (30); y
 - 15 - un elemento de precarga (32) asociado a cada miembro de resorte auxiliar (30) que está dispuesto de tal manera que el miembro de resorte auxiliar (30) se apoya contra la placa superior (24) a través del elemento de precarga (32) cuando la placa intermedia (26) está ubicada entre la posición intermedia asociada a dicho miembro de resorte auxiliar (30) y la posición superior.
- 20 2. Boquilla superior según la reivindicación 1, donde cada elemento de precarga (32) se extiende a través de la placa intermedia (26).
3. Boquilla superior según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde la placa inferior (22) está conectada a la placa superior (24) mediante al menos un elemento de conexión, extendiéndose cada elemento de
25 conexión axialmente entre la placa inferior (22) y la placa superior (24).
4. Boquilla superior según la reivindicación 3, donde cada miembro de resorte principal (28) está montado sobre un dicho elemento de conexión.
- 30 5. Boquilla superior según la reivindicación 4, donde cada elemento de conexión sobre el que está montado un miembro de resorte principal (28) es un tubo, en particular un manguito guía (12).
6. Boquilla superior según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, donde cada miembro de resorte auxiliar (30) está montado sobre un dicho elemento de conexión.
35
7. Boquilla superior según la reivindicación 6, donde cada elemento de conexión sobre el que está montado un miembro de resorte auxiliar (30) es un tubo, en particular un manguito guía (12).
8. Boquilla superior según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo un miembro de
40 retención (40) configurado para limitar el movimiento axial de la placa intermedia (26) hacia la placa superior (24).
9. Boquilla superior según la reivindicación 8, donde el miembro de retención (40) es alargado axialmente comprendiendo un extremo fijo (42) unido fijamente a una de la placa inferior (22) y de la placa superior (24), deslizándose el miembro de retención (40) axialmente a través de la otra de la placa inferior (22) y de la placa superior
45 (24).
10. Boquilla superior según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo una parte inferior (16) y una parte superior (18) que son tubulares, estando la parte inferior (16) y la parte superior (18) instaladas telescópicamente una sobre la otra a lo largo del eje de boquilla (N), estando la placa intermedia (26) recibida en el
50 interior de la parte superior (18) y estando unida fijamente a la parte superior (18) y estando la placa inferior (22) recibida en el interior de la parte inferior (16) y estando unida fijamente a la parte inferior (16).
11. Conjunto de combustible nuclear que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (L) y una boquilla inferior (8), una boquilla superior (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, manguitos guía (12) que se
55 extienden entre la boquilla inferior (8) y la boquilla superior (10) que conectan la boquilla inferior (8) y la boquilla superior (10), varillas de combustible nuclear (4) colocadas entre la boquilla inferior (8) y la boquilla superior (10) y rejillas espaciadoras (14) unidas fijamente a los manguitos guía (12), extendiéndose las varillas de combustible nuclear (4) entre la boquilla inferior (8) y la boquilla superior (10) pasando a través de las rejillas espaciadoras (14).

FIG.1



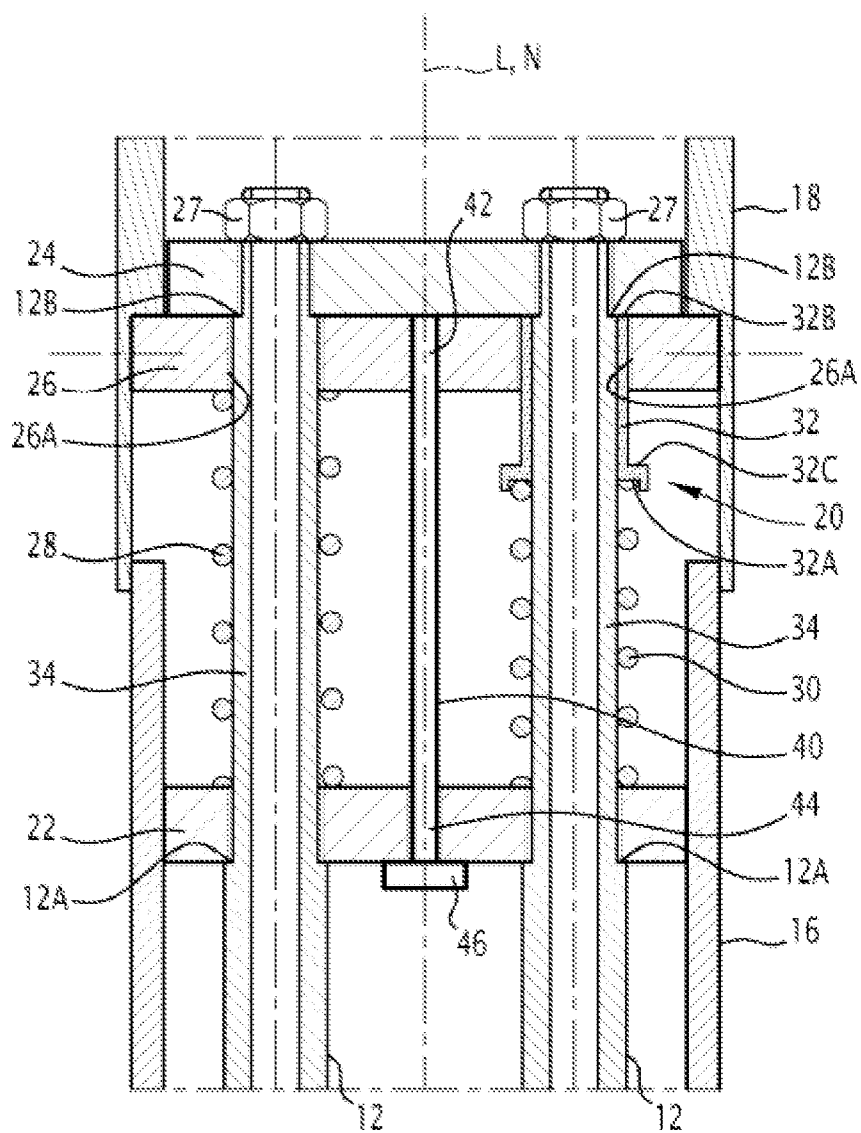


FIG. 2

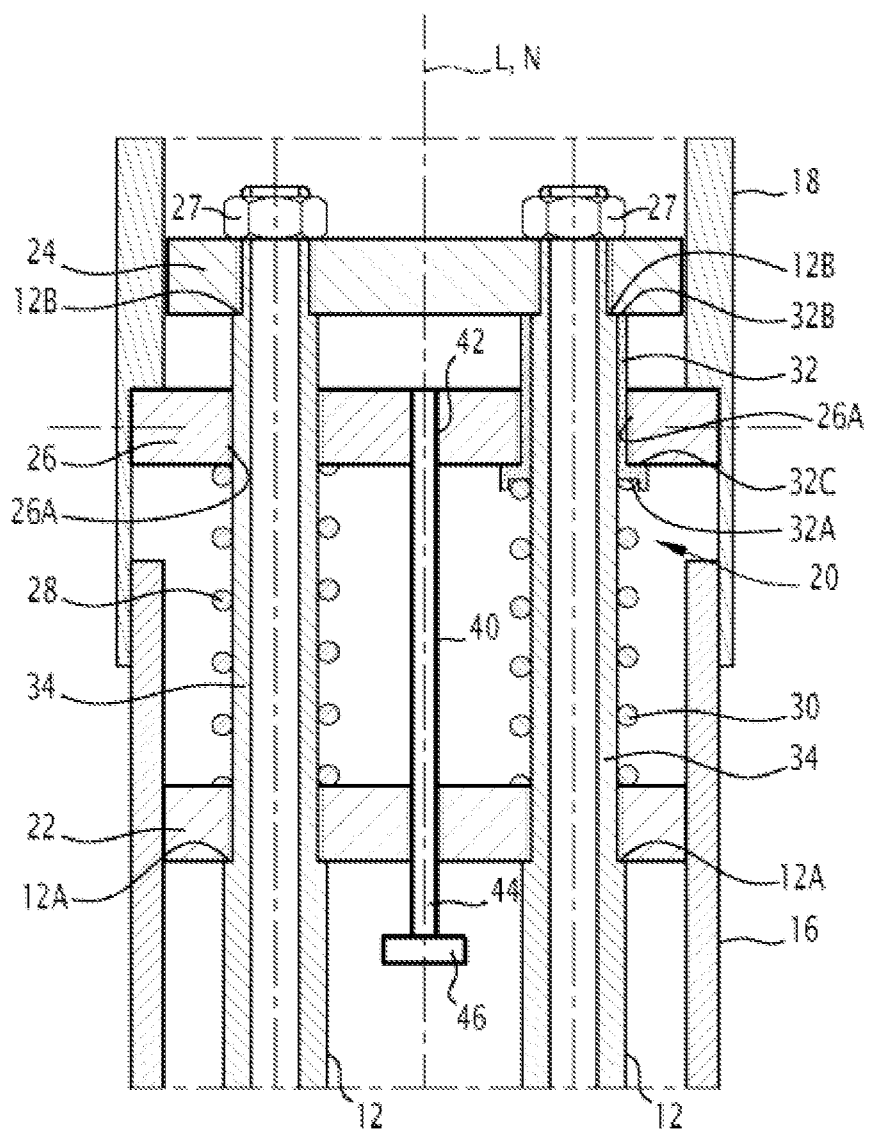


FIG. 3

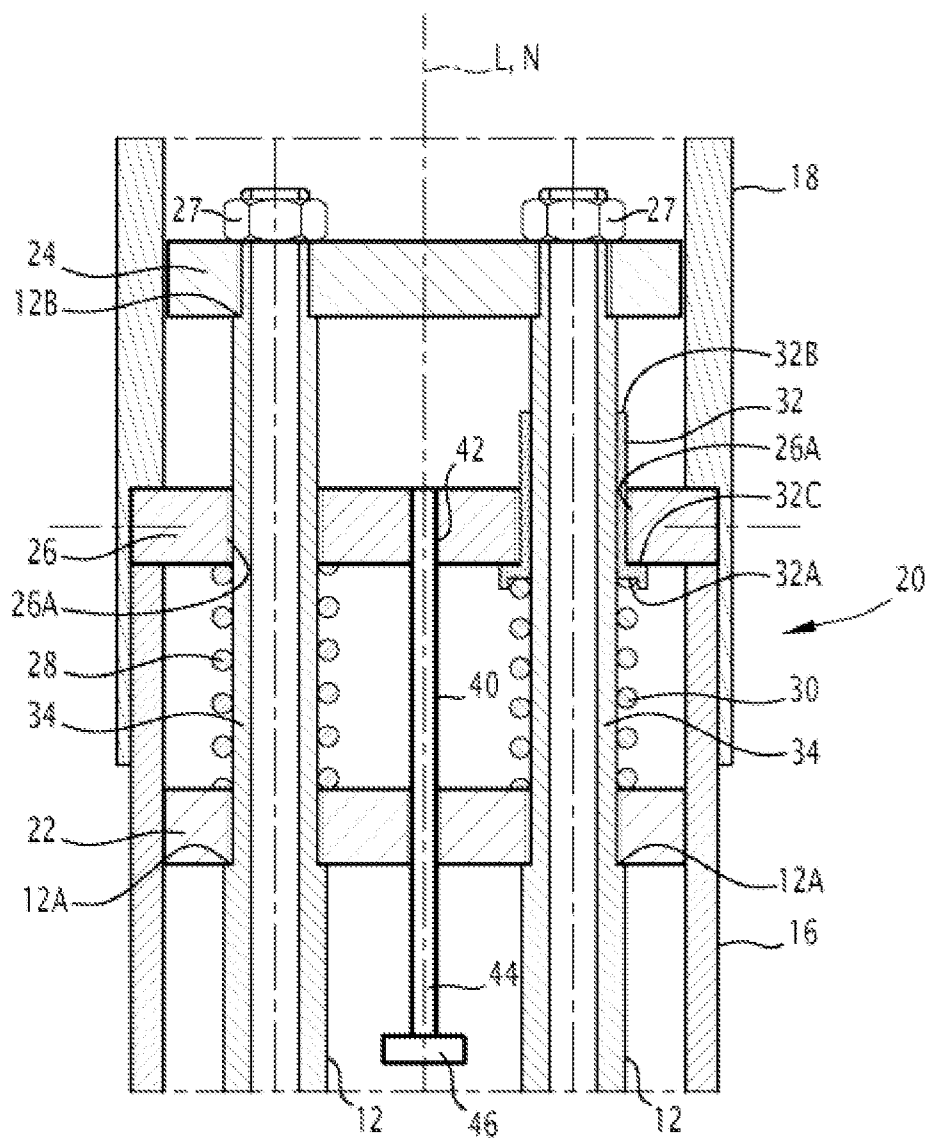


FIG. 4