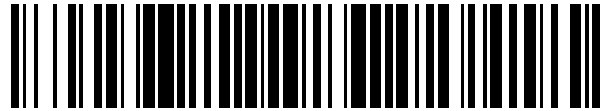


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 065**

51 Int. Cl.:

**G21C 3/18** (2006.01)

**G21C 21/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2007** **E 07100174 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012** **EP 1808864**

54 Título: **Procedimientos para instalar un dispositivo de retención y bloqueo de una pastilla de combustible en una varilla de combustible nuclear**

30 Prioridad:

**11.01.2006 US 329110**

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

**25.03.2013**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)  
1 River Road  
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**HIGGINS, RUSSELL P.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 399 065 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**

Procedimientos para instalar un dispositivo de retención y bloqueo de una pastilla de combustible en una varilla de combustible nuclear

5 La presente invención versa, en general, acerca de procedimientos para mantener las pastillas de combustible en el interior de una varilla de combustible nuclear bajo compresión y, en particular, versa acerca de procedimientos para instalar un dispositivo de retención y bloqueo en una varilla de combustible nuclear para mantener una precarga axial predeterminada sobre las pastillas de combustible en el interior de la varilla de combustible.

10 En la patente U.S. nº 4.871.509 expedida el 3 de octubre de 1989, del mismo cesionario que la presente, se ilustra un dispositivo de retención de una columna de combustible que utiliza un resorte helicoidal para mantener las pastillas de combustible bajo compresión en el interior de la varilla de combustible nuclear. Se dan a conocer dos diseños en esa patente. Ambos diseños divulgados requieren características en un resorte helicoidal, de forma que se pueda aplicar torsión por medio de una herramienta de instalación a las espiras superiores del resorte de retención. La torsión reduce el diámetro de espira de las espiras superiores, lo que permite que el resorte esté ubicado en el interior de la varilla de combustible. En el extremo superior, ambos diseños de esa patente tienen una lengüeta formada por el extremo de la espira del resorte que se extiende de forma axial desde las espiras superiores. En el extremo inferior, un diseño tiene una placa de contacto con una ranura que está soldada a la parte inferior del resorte. El otro diseño tiene una espira parcial entre las espiras superior e inferior. Sin embargo, estas características hacen que sea difícil y caro de producir el dispositivo de retención y complican el procedimiento de instalación.

20 Más en particular, el utillaje de instalación en esa patente incluye una varilla que se extiende a través de las espiras superiores con una característica en la parte inferior para acoplarse bien a la placa de contacto ranurada o bien a la espira parcial. La varilla se extiende a través de una camisa que tiene una ranura diseñada para acoplarse con la lengüeta axial por encima de las espiras superiores del resorte. Al acoplarse tanto la camisa como la varilla con las características del resorte, se puede girar la camisa con respecto a la varilla aplicando torsión sobre las espiras superiores y reduciendo su diámetro para permitir su inserción en la varilla de combustible. Este es un procedimiento complejo y que lleva mucho tiempo debido a que el resorte debe ser cargado en primer lugar sobre la herramienta, entonces se hacen girar las partes de la herramienta para permitir su inserción. Entonces, también se debe ubicar la herramienta en la posición axial apropiada mientras que se mantiene la torsión entre la varilla y la camisa. Entonces, se puede liberar la torsión y se puede extraer la herramienta. El procedimiento es engorroso, lleva mucho tiempo y es difícil de automatizar. Típicamente, también ralentiza el montaje de la varilla de combustible. En consecuencia, existe necesidad de un diseño y un procedimiento de instalación nuevos y simplificados y de un procedimiento que incluya un resorte y utillaje que sean de bajo coste y tienen la capacidad de ser automatizados.

35 El documento EP 1395993 da a conocer una varilla de combustible para una central energética nuclear que incluye un resorte del plenum que hace contacto con una pastilla de combustible ubicada en la parte más alta. El documento JP10 020061 versa acerca resortes para mantener componentes internos en una varilla de combustible bajo compresión.

40 La presente invención proporciona un procedimiento para instalar un dispositivo de retención y bloqueo en un tubo para mantener los componentes internos dentro del tubo bajo compresión, que comprende las etapas de: a) proporcionar un resorte de retención alargado que tiene secciones de diámetro grande y pequeño con la sección de diámetro grande de un tamaño para un ajuste con apriete con el diámetro interior del tubo y la sección de diámetro más pequeño de un tamaño que tiene una holgura con el diámetro interior del tubo; b) insertar una sección de diámetro más pequeño de una herramienta alargada en la sección de diámetro mayor del resorte de retención alargado, en el que la herramienta tiene secciones de diámetro grande y pequeño; c) acoplar una superficie de transición entre las secciones de diámetro menor y mayor de la herramienta contra una superficie de transición entre las secciones de diámetro mayor y menor del resorte de retención alargado; d) insertar la herramienta y el resorte de retención combinados en un extremo abierto del tubo que contiene componentes internos, entrando en primer lugar un extremo de la sección de diámetro menor del resorte de retención en el tubo; e) hacer avanzar la herramienta y el resorte de retención combinados en el interior del tubo para comprimir la sección de diámetro menor del resorte de retención contra un componente interno adyacente hasta que un extremo de la herramienta se acopla al componente interno adyacente, lo que permite al resorte aplicar una precarga axial seleccionada sobre los componentes internos en el tubo; y f) extraer la herramienta del resorte de retención mientras que se mantiene la sección de diámetro mayor del resorte de retención acoplada con el diámetro interior del tubo para mantener la precarga axial sobre los componentes internos.

55 En la realización ejemplar, el tubo es una varilla de combustible nuclear y los componentes internos son pastillas de combustible.

Se describirán ahora diversos aspectos y realizaciones de la presente invención en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIGURA 1 es una vista fragmentaria en corte transversal de una varilla de combustible que ilustra una serie de pastillas de combustible en el interior de la varilla;

la FIGURA 2 es una vista lateral en alzado de un resorte para ser utilizado en el presente procedimiento de instalación;

5 la FIGURA 3 es una vista en perspectiva de una herramienta para ser utilizada en el presente procedimiento de instalación; y

las FIGURAS 4, 5, 6 y 7 son vistas que ilustran la secuencia de etapas para instalar el dispositivo de retención y bloqueo en la varilla de combustible.

10 Con referencia ahora a los dibujos, en particular a la Figura 1, se ilustra una varilla 10 de combustible que contiene una pluralidad de pastillas 12 de combustible nuclear apiladas una contra la otra y contra un extremo cerrado 14 de la varilla de combustible. Antes de cerrar el extremo opuesto de la varilla de combustible mediante la soldadura de un tapón 16 de la varilla de combustible a la varilla 10 de combustible, es necesario y deseable precargar de forma axial la columna de pastillas de combustible en el interior de la varilla de combustible.

15 Para conseguir lo anterior, se proporciona un resorte 18 de retención y bloqueo para su disposición en el interior de la varilla de combustible y para mantener una precarga preseleccionada contra las pastillas apiladas 12 de combustible en el interior de la varilla 10 de combustible. La Figura 3 ilustra una herramienta 20 de instalación para ser utilizada en la instalación del resorte 18 de retención y bloqueo en el interior de la varilla 10 de combustible antes de sellar las pastillas 12 en el interior de la varilla 10 de combustible mediante la soldadura del tapón 16 a la varilla 10. Como se ilustra en la Figura 2, el resorte 18 de retención incluye una pluralidad de espiras superiores 22, un cambio 24 de sección y una sección helicoidal inferior 26. La sección helicoidal superior 22 del resorte tiene un diámetro correspondiente al diámetro interior de la varilla 10 de combustible, de forma que exista un ajuste con apriete entre la sección helicoidal superior 22 y la varilla de combustible tras la instalación del resorte 18 de retención en la varilla 10 de combustible. La sección helicoidal superior 22 incluye un par de espiras 26 estrechamente enrolladas en el extremo superior del resorte 18 de retención y un par de espiras 28 estrechamente enrolladas en el extremo inferior de la sección helicoidal superior 22. Estas espiras 28 forman el cambio 24 de sección. El cambio 24 de sección separa la sección helicoidal superior 22 de diámetro mayor de la sección helicoidal inferior 26 de menor diámetro. Por lo tanto, la sección helicoidal inferior 26 tiene una holgura natural con respecto al diámetro interno de la varilla de combustible. La sección helicoidal inferior 26 también termina en su extremo alejado o inferior en un par de espiras 30 estrechamente enrolladas. Las espiras 30 estrechamente enrolladas terminan en una superficie plana para proporcionar una superficie de contacto con la pastilla 12 más elevada de la columna de pastillas de combustible en el interior de la varilla 10 de combustible. En resumen, el resorte 18 de retención incluye una sección helicoidal superior que tiene un diámetro externo que se corresponde con el diámetro interior de la varilla 10 de combustible y una sección helicoidal inferior 26 que tiene un diámetro menor que el diámetro interior de la varilla 10 de combustible, y que no llega al mismo.

35 Con referencia a la Figura 3, se ilustra una herramienta 20 de instalación. La herramienta 20 incluye una varilla maciza, preferentemente metálica, que tiene una sección 40 con un primer diámetro, una sección 42 de diámetro menor y una sección 44 de transición entre las secciones 40 y 42 de diámetro grande y pequeño. La sección 42 de diámetro menor opuesta a la superficie 44 de transición incluye una superficie 46 de transición adicional que permite a la varilla ahusarse hacia su extremo distal 48. Las secciones 40 y 42 de diámetro mayor y menor son respectivamente cilíndricas.

45 Con referencia ahora a las Figuras 4-7 del dibujo, se describirá ahora el procedimiento para instalar el resorte 18 de retención y bloqueo en el interior de la varilla 10 de combustible. Se apreciará que las pastillas 12 de combustible están ubicadas en el interior de la varilla de combustible a través del extremo abierto y hacen contacto o se apilan entre sí en el interior de la varilla de combustible. Como es convencional, las pastillas de combustible se extienden en el interior de la varilla de combustible a corta distancia del extremo abierto de la varilla y también sin llegar al tapón 16 cuando se aplica para cerrar el extremo superior de la varilla de combustible. Por consiguiente, es deseable mantener a las pastillas 12 de combustible continuamente bajo una carga de compresión preseleccionada para mantener a las pastillas en una posición apropiada en el interior de las varillas y para evitar el movimiento de las pastillas en una dirección axial a lo largo de las varillas, tanto cuando se transportan las varillas de combustible como cuando se utilizan las varillas de combustible en un reactor nuclear.

55 Para instalar el resorte 18 de retención y bloqueo de forma que se logre ese fin, se inserta el extremo de diámetro menor, es decir, el extremo distal 48 de la herramienta 20 en el extremo superior del resorte 18 de retención y bloqueo, en particular a través del extremo libre abierto de la sección 22 de mayor diámetro. Según se inserta la varilla 20 en el dispositivo 18 de retención, la superficie 44 de transición en la varilla 20 se acoplará al cambio 24 de sección en el resorte 18 de retención. Es decir, la superficie 44 de transición de la herramienta se asienta contra el cambio 24 de sección del resorte de retención. Entonces, se insertan el resorte y la herramienta combinados en el extremo abierto de la varilla 10 de combustible como se ilustra en la Figura 4. Dado que el diámetro del cambio 24 de sección es el mismo diámetro, o sustancialmente el mismo, que el diámetro interior de la varilla 10 de combustible, el cambio de sección de diámetro del resorte 18 comenzará a interferir con el diámetro interior del tubo

10 de combustible. Entonces, se aplica una combinación de fuerza axial y de par a la herramienta 20 para forzar a la herramienta y al resorte combinados a penetrar adicionalmente la varilla de combustible. Esto puede ser llevarse a cabo por medio de una combinación de fuerza axial y de par aplicada a la herramienta 20. Se debe hacer notar que la torsión aplicada a la herramienta es transmitida a la parte inferior de las espiras superiores 22 en el resorte adyacente al cambio 24 de sección y actúa para reducir el diámetro de las espiras superiores para facilitar adicionalmente la inserción. El par y la fuerza axial sobre la herramienta son transmitidos a las espiras superiores 22 del resorte, de forma que esas fuerzas actúen para superar el rozamiento entre las espiras superiores 22 del resorte y la superficie interior para permitir que la herramienta y el resorte avancen al interior de la varilla de combustible, es decir, al interior del diámetro interior de la varilla de combustible. Entonces, se hace avanzar al resto de las espiras superiores al interior de la varilla de combustible por medio de la fuerza axial y de la torsión aplicadas sobre la herramienta.

Se insertan la herramienta y el resorte combinados en la varilla de combustible hasta que la punta 30 de la sección helicoidal inferior 26 del resorte 18 hace contacto con la pastilla 12 más elevada de combustible. En este punto, la sección helicoidal inferior 26 del resorte 18 aún no ha sido comprimida y se encuentra en su estado natural en el interior de la varilla 10 de combustible (véase la Figura 5). La longitud de la herramienta 20 está fijada para producir la deflexión apropiada de resorte a las espiras inferiores y, de ese modo, se mantiene la precarga correcta sobre la columna de combustible. Se ha que avancen adicionalmente la herramienta y el resorte hasta un momento en el que el extremo distal 48 de la herramienta 20 engancha el extremo de la pastilla 12 de combustible. Una vez que el extremo distal 48 engancha la pastilla adyacente 12 de combustible, se obtiene la precarga correcta sobre la columna de combustible debido a las relaciones dimensionales entre la longitud de la herramienta y las espiras inferiores. Una vez que la herramienta se asienta en la pastilla de combustible, se extrae la herramienta del interior del resorte helicoidal y el rozamiento entre las espiras superiores 22 y el diámetro interior de la varilla de combustible mantiene la precarga axial sobre la columna de combustible.

En esta coyuntura, el extremo 26 de las espiras superiores del resorte está retrasado desde el extremo de la varilla de combustible y está asimismo retrasado desde el tapón 16 cuando el tapón está soldado al extremo de la varilla de combustible. Se apreciará que no hay necesidad de reducir el diámetro de las espiras superiores en este procedimiento de instalación cuando se inserta el resorte. Además, se puede fabricar fácilmente el resorte por medio de equipos estándar de formación de espiras en resortes. Además, la herramienta de instalación es muy sencilla y el procedimiento de instalación se logra fácilmente manualmente o mediante equipos automatizados.

También se apreciará que el procedimiento descrito en el presente documento también es aplicable a la retención de cualquier componente interno en el interior de un tubo.

**Lista de partes**

- Pastillas 12
- Extremo cerrado 14
- 35 Varilla de combustible 10
- Plug de la varilla 16
- Herramienta de instalación 20
- Resorte de retención 18
- Espiras superiores del resorte 22
- 40 Cambio de sección 24
- Sección helicoidal inferior 26
- Espiras estrechamente enrolladas 28, 30
- Sección de diámetro 40, 42
- Superficies de transición 44, 46
- 45 Extremo distal 48
- Punta 30
- Resorte 18

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para instalar un dispositivo de retención y bloqueo en un tubo (10) para mantener los componentes internos dentro del tubo (10) bajo compresión, que comprende las etapas de:
- 5 a) proporcionar un resorte (18) de retención alargado que tiene secciones de diámetro grande y pequeño, teniendo la sección de diámetro grande un tamaño para un ajuste con apriete con el diámetro interior del tubo (10) y teniendo la sección de diámetro menor un tamaño que tiene una holgura con el diámetro interior del tubo;
  - 10 b) insertar una sección de diámetro menor de una herramienta alargada (20) en la sección de diámetro mayor del resorte (18) de retención alargado, en el que la herramienta (20) tiene secciones de diámetro grande (40) y pequeño (42);
  - c) poner en contacto una superficie (44, 46) de transición entre las secciones (40, 42) de diámetro menor y mayor de la herramienta con un cambio (24) de sección entre las secciones de diámetro mayor y menor del resorte (18) de retención alargado;
  - 15 d) insertar la herramienta (40) y el resorte (18) de retención combinados en un extremo abierto del tubo (10) que contiene componentes internos, entrando primero un extremo de la sección de diámetro menor del resorte (18) de retención el tubo (10);
  - e) hacer avanzar la herramienta (40) y el resorte (18) de retención combinados en el interior del tubo para comprimir la sección de diámetro menor del resorte (18) de retención contra un componente interno adyacente hasta que un extremo de la herramienta engancha el componente interno adyacente, lo que permite que el resorte (18) aplique una precarga axial seleccionada sobre los componentes internos en el tubo (10); y
  - 20 f) extraer la herramienta (40) del resorte (18) de retención mientras que se mantiene la sección de diámetro mayor del resorte (18) de retención en contacto con el diámetro interior del tubo (10) para mantener la precarga axial sobre los componentes internos.
- 25
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, que incluye hacer avanzar la herramienta (40) y el resorte (18) de retención combinados en el interior del tubo (10) para poner en contacto la superficie de transición del resorte con el diámetro interior del tubo (10) y girar subsiguientemente la herramienta (40) y el resorte (18) de retención combinados para hacer avanzar la sección de diámetro grande del resorte (18) de retención en el interior del tubo (10).
- 30
3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que el tubo (10) comprende una varilla (10) de combustible nuclear.
4. El procedimiento según cualquier reivindicación precedente, en el que los componentes internos comprenden pastillas (12) de combustible.

35

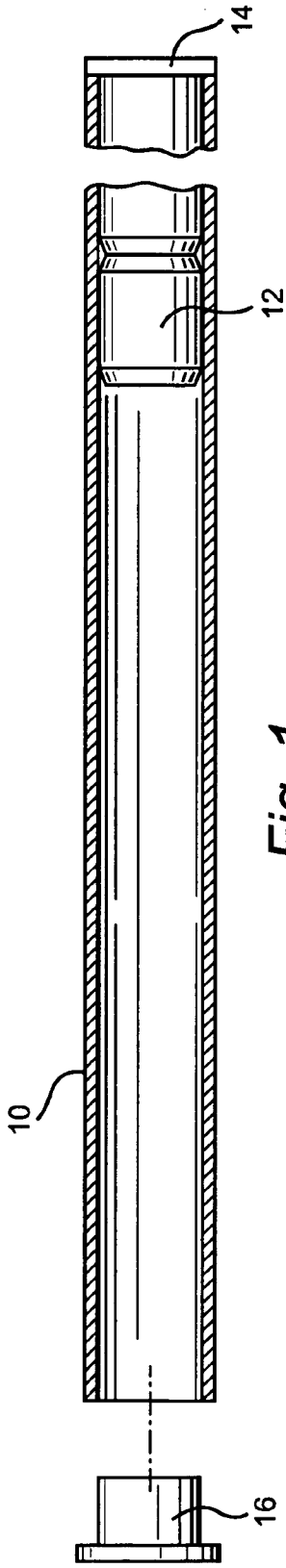


Fig. 1

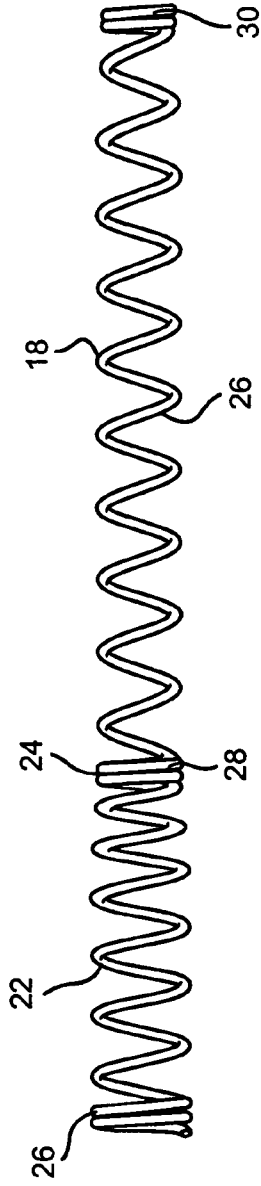


Fig. 2

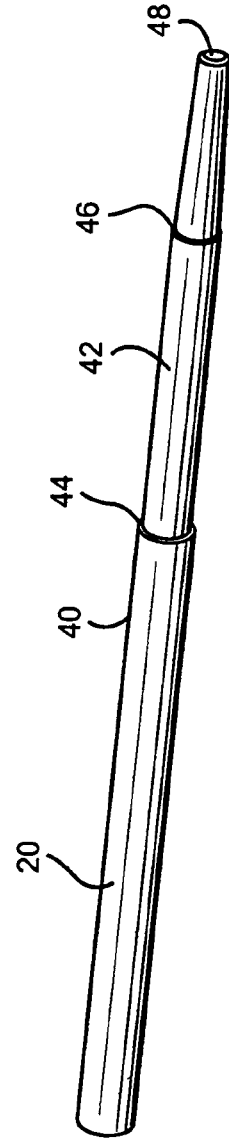


Fig. 3

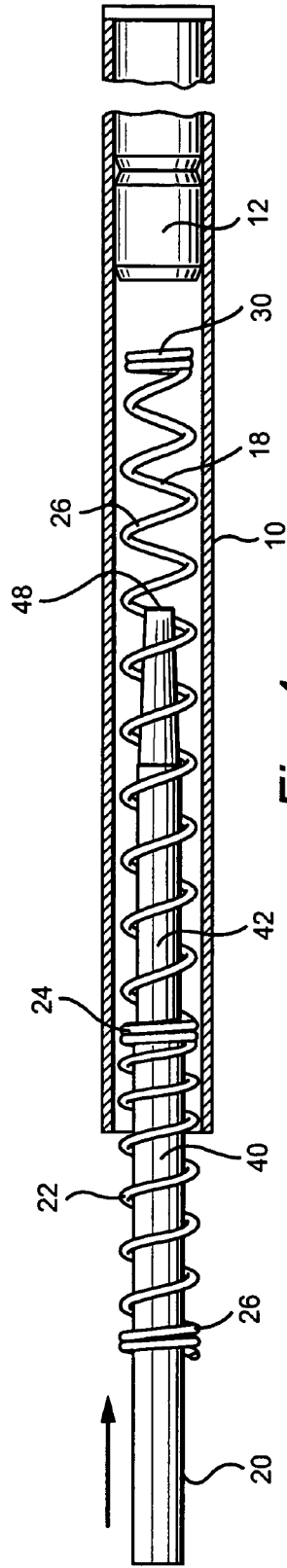


Fig. 4

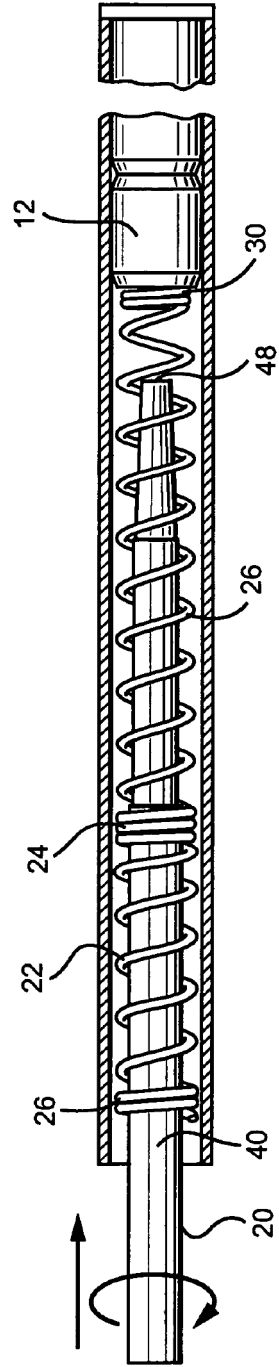


Fig. 5

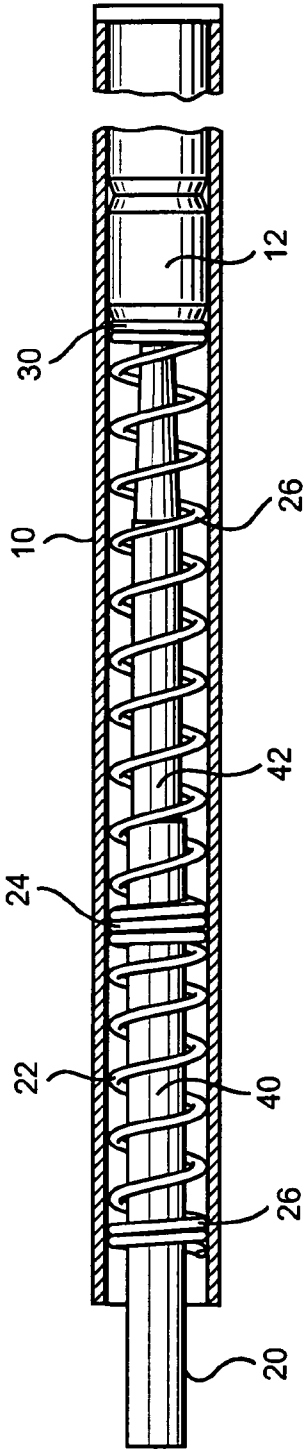


Fig. 6

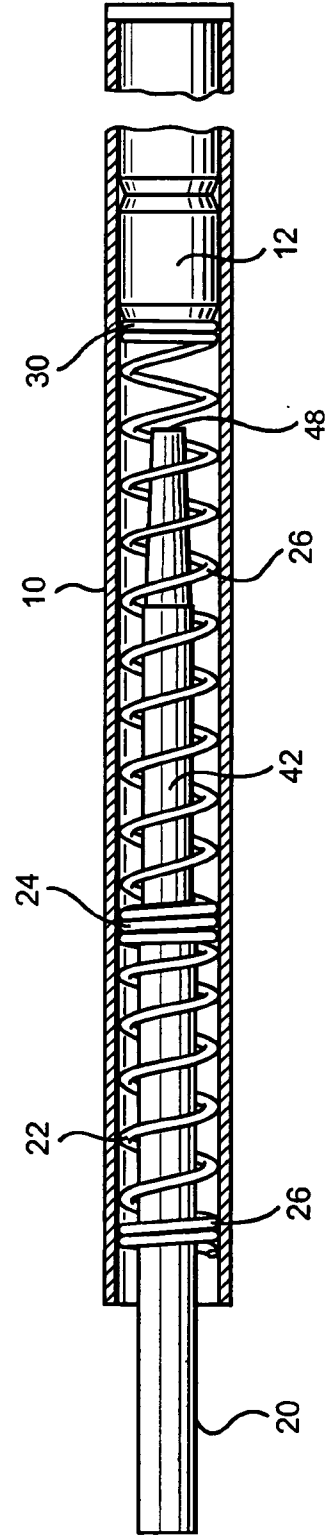


Fig. 7