

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 507 084**

51 Int. Cl.:

G21C 3/04 (2006.01)

G21C 3/326 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2009 E 09157187 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2109113**

54 Título: **Componente separable de conjunto combustible de reactor nuclear**

30 Prioridad:

08.04.2008 US 78904

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

14.10.2014

73 Titular/es:

**GLOBAL NUCLEAR FUEL-AMERICAS, LLC
(100.0%)
3901 Castle Hayne Road
Wilmington North Carolina 28401, US**

72 Inventor/es:

LUTZ, DANIEL REESE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 507 084 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

Componente separable de conjunto combustible de reactor nuclear

Antecedentes

Campo

- 5 Las formas de realización de ejemplo se refieren, en general, a componentes de un conjunto combustible adaptable a estructuras para combustible en plantas de energía nuclear.

Descripción de la técnica relacionada

10 En términos generales, las plantas de energía nuclear incluyen un núcleo del reactor que incorpora el combustible dispuesto en su interior para producir energía por fisión nuclear. Un diseño habitual en plantas de energía nuclear estadounidenses consiste en disponer el combustible en una pluralidad de varillas de combustible anudadas entre sí como un conjunto combustible, o haz combustible, situado dentro del núcleo del reactor. Estas varillas de combustible típicamente incluyen varios elementos que unen las varillas de combustible a los componentes del conjunto en diversos emplazamientos a lo largo del conjunto.

15 Como se muestra en la FIG. 1, un haz combustible convencional 10 de un reactor nuclear, por ejemplo un BWR, puede incluir un canal externo 12 que rodea una placa de anclaje superior 14 y una placa de anclaje inferior 16. Una pluralidad de varillas de combustible de longitud total 18 y / o de varillas de combustible de longitud parcial 19 puede estar dispuesta en una matriz situada en el haz combustible 10 y pasar a través de una pluralidad de separadores 20. Las varillas de combustible 18 y 19 empiezan y terminan generalmente en las placas de anclaje superior e inferior 14 y 16, discurrendo de forma continua a lo largo de la extensión del haz combustible 10, con la excepción de las varillas de longitud parcial 19, las cuales terminan todas en una posición vertical inferior a partir de las varillas de longitud total 18.

20 Como se muestra en la FIG. 2, los elementos combustible 25 pueden estar configurados en forma de pellas y situarse dentro de las varillas de combustible 18 o 19. Estas pellas de combustible 25 pueden estar "apiladas" dentro de la varilla de combustible de forma continua para suministrar combustible a lo largo de la extensión de la varilla combustible 18 o 19. El apilamiento de las pellas de combustible 25 puede permitir la expansión u otra deformación de las pellas de combustible 25 durante el ciclo operativo del núcleo del reactor.

25 En la práctica tradicional las enteras varillas de combustible son retiradas de los conjuntos de varillas de combustible nuclear con el fin de vigilar el rendimiento de los materiales. Por ejemplo, una varilla de combustible que ha sido colocada *in situ* en un BWR es retirada y / o recuperada del conjunto de varillas de combustible y desplazada hasta una instalación de examen de recinto radioactivo, la varilla de combustible es examinada para determinar parámetros tales como el grosor de óxido para determinar los niveles de corrosión y de contenido de hidrógeno alcanzados durante la operación del reactor. Otro procedimiento designado como "cepillado" ha sido propuesto para vigilar el rendimiento de los materiales de las varillas de combustible. En el cepillado, una porción de la superficie externa de una varilla de combustible es "cepillada" o retirada y el contenido de hidrógeno de las cepilladuras es entonces determinado. Como alternativa, los enteros separadores y / o varillas de agua pueden ser recuperados o examinados. Sin embargo, todos estos procedimientos de vigilancia del rendimiento de los materiales requieren un considerable esfuerzo, y son costosos, y pueden crear desechos que requieran todavía más esfuerzo de manipulación y procesamiento.

30 La Solicitud de Patente europea No. 1667165 describe un conjunto de varillas para un haz combustible de un reactor nuclear que puede incluir una pieza terminal superior, una pieza terminal inferior y una pluralidad de segmentos de varilla fijados entre las piezas terminales superior e inferior y entre sí para formar una longitud axial del conjunto de varillas. El conjunto de varillas incluye un subconjunto adaptador dispuesto en puntos de conexión determinados para conectar segmentos de varilla adyacentes o un segmento de varilla determinado con una de las piezas terminales superior e inferior. Los puntos de conexión a lo largo de la extensión axial del conjunto de varillas están situados en el punto en el que el conjunto de varillas contacta con un separador del haz combustible. Los segmentos de varilla pueden incluir en su interior una diana de irradiación para producir un isótopo deseado cuando un haz combustible que contenga uno o más conjuntos combustible sea irradiado en un núcleo del reactor.

Sumario

La presente invención consiste en un haz combustible nuclear como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

50 Breve descripción de los dibujos

A continuación se efectúa una descripción detallada de formas de realización de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La FIG. 1 es una ilustración del conjunto combustible de la técnica convencional;

la FIG. 2 es una ilustración de una varilla de combustible de una técnica convencional que presenta unas pellas de combustible apiladas;

la FIG. 3 es una ilustración de un componente del conjunto combustible; y

5 la FIG. 4 es una ilustración de un haz combustible de formas de realización de ejemplo que incluye el componente del conjunto combustible de la FIG. 3.

Descripción detallada

A continuación se describirán diversas formas de realización de ejemplo, de forma más acabada, con referencia a los dibujos que se acompañan en los que se ilustran algunas formas de realización de ejemplo. En los dibujos, el grosor de capas y zonas puede estar exagerado en aras de la claridad.

10 En la presente memoria se divulgan formas de realización ilustrativas detalladas. Sin embargo, los detalles estructurales y funcionales específicos divulgados en la presente memoria son meramente representativos a los fines de la descripción de las formas de realización de ejemplo. La presente invención puede, sin embargo, incorporarse en muchas formas alternativas y no debe ser interpretada como limitada a los solos ejemplos definidos en la presente memoria.

15 Por consiguiente, aunque las formas de realización de ejemplo son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, sus formas de realización se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y en la presente memoria se describirán con detalle. Se debe entender, sin embargo, que no se pretende limitar formas de realización de ejemplo a las formas concretas divulgadas sino que, por el contrario, las formas de realización de ejemplo pretenden abarcar todas las modificaciones y alternativas que queden incluidos en el ámbito de la invención. Los mismos números se refieren a los mismos elementos a lo largo de la descripción de las figuras.

20 Se debe entender que, aunque los términos, primero, segundo, tercero, etc. pueden ser utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deben quedar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solo para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría designarse como segundo elemento y, de modo similar, un segundo elemento podría designarse como primer elemento, sin apartarse del alcance de las formas de realización de ejemplo. Según se utiliza en la presente memoria, la expresión “y / o” incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más elementos relacionados asociados.

25 Se debe entender que, cuando un elemento es designado como que está “conectado” o “acoplado” a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o que puede haber elementos intervinientes. Por el contrario, cuando un elemento es designado como que está “directamente conectado” o “directamente acoplado” a otro elemento, no existen elementos intervinientes. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben ser interpretadas de la misma manera, (por ejemplo, “entre”, respecto de, “directamente entre”, adyacente”, “respecto de”directamente adyacente”, etc.).

30 La terminología utilizada en la presente memoria tiene solo la finalidad de describir formas de realización concretas y no está concebida para ser limitativa de formas de realización de ejemplo. Según se utiliza en la presente memoria las formas singulares “un”, “una” y “el”, “la”, incluyen también las formas plurales a menos que del contexto se derive claramente lo contrario. Se debe entender que los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye” y / o “que incluye”, cuando son utilizados en la presente memoria, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y / o componentes designados pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y / o grupos distintos de estos.

35 Se debe entender que, aunque los términos primero, segundo, tercero, etc. pueden ser utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, componentes, zonas, capas y / o secciones, estos elementos, componentes, zonas, capas y / o secciones no deben quedar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solo para distinguir un elemento, componente, zona, capa o sección de otra zona, capa o sección. De este modo, un primer elemento, componente, zona, capa o sección analizada en las líneas que siguen podría designarse como segundo elemento, componente, zona, capa o sección sin apartarse del alcance de las formas de realización de ejemplo.

40 Desde el punto de vista espacial, los términos relativos, por ejemplo, “por debajo”, “debajo”, “inferior”, “por encima”, “superior” y similares, pueden ser utilizados en la presente memoria para facilitar la descripción de un elemento o relación entre una característica y otro elemento o característica según se ilustra en las figuras. Se debe entender que los términos relativos desde el punto de vista espacial pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo o funcionamiento además de la orientación mostrada en las Figuras. Por ejemplo, si el dispositivo de las figuras es volteado, los elementos descritos como “debajo” o “por debajo” de otros elementos o características estarían entonces orientados “por encima de” los demás elementos o características. Así, por ejemplo, el término “debajo” puede abarcar tanto una orientación que esté por encima como que esté por debajo. El dispositivo puede estar orientado de otra forma (rotado en un ángulo de 90 grados o visto o referenciado en otras orientaciones) y los

descriptores relacionados desde el punto de vista espacial representados en la presente memoria deben ser interpretados en consecuencia.

5 Formas de realización de ejemplo se describen en la presente memoria con referencia a ilustraciones en sección transversal que son ilustraciones esquemáticas de formas de realización idealizadas (y estructuras intermedias). En cuanto tales, pueden esperarse variaciones en cuanto a las formas de las configuraciones como resultado, por ejemplo, de técnicas de fabricación y / o tolerancias. Así, las formas de realización de ejemplo no deben ser interpretadas como limitadas a las configuraciones concretas de zonas ilustradas en la presente memoria, sino que, pueden incluir desviaciones de formas como resultado de, por ejemplo, su fabricación. Por ejemplo, una zona implantada ilustrada como un rectángulo puede presentar características redondeadas o curvadas y / o un gradiente (por ejemplo, de concentración de implante) en sus bordes más que un cambio brusco de una zona implantada a una zona no implantada. Así mismo, una zona enterrada formada por la implantación puede producirse en una cierta implantación entre la zona entre la zona enterrada y la superficie a través de la cual la implantación puede tener lugar. Así, las zonas ilustradas en las figuras son de naturaleza esquemática y sus configuraciones no ilustran necesariamente la configuración real de una zona de un dispositivo y no limitan su alcance.

15 Se debe también advertir que en algunas formas de realización alternativas, las funciones / actos indicados pueden producirse fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, dos figuras mostradas en sucesión pueden, de hecho, ser ejecutadas de forma sustancialmente simultánea o pueden algunas veces ser ejecutada en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad / actos implicados.

20 A menos que se diga lo contrario, los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado que el generalmente comprendido por el experto en la materia a la cual pertenecen las formas de realización de ejemplo. Se debe, así mismo, entender que los términos, por ejemplo los definidos en diccionarios al uso, deben ser interpretados con un significado que sea coherente con su significado en el contexto de la técnica relevante y no deben ser interpretados en un sentido idealizado o completamente formal a menos que expresamente se diga lo contrario.

25 Con el fin de describir de modo más concreto formas de realización de ejemplo, se describirán con detalle diversos aspectos con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, las formas de realización de ejemplo no están limitadas a las formas de realización de ejemplo descritas.

30 A continuación, se describirán de forma más completa formas de realización de ejemplo con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que se muestran formas de realización ejemplares de la invención. Las formas de realización de ejemplo pueden, sin embargo, ser incorporadas de muchas formas diferentes y no deben ser interpretadas como limitadas a las formas de realización definidas en la presente memoria. Por el contrario, estas formas de realización se ofrecen para que la presente divulgación sea cabal y completa, y transmita en su totalidad el ámbito de la invención al experto en la materia. En los dibujos, los tamaños de los elementos constitutivos pueden estar exagerados para facilitar la ilustración.

35 La FIG. 3 ilustra un componente de un conjunto combustible 400 y una varilla de combustible de longitud parcial 19 a la cual se fija el componente del conjunto combustible 400. El componente del conjunto combustible 400 incluye un dispositivo cilíndrico 350 y un conjunto de montaje 380. El conjunto de montaje 380 fija el componente del conjunto combustible 400 a, por ejemplo, una varilla de combustible de longitud parcial 19.

40 El dispositivo cilíndrico 350 puede presentar cualquiera entre varios diseños. Por ejemplo, el dispositivo cilíndrico 350 es generalmente un tubo hueco que presenta dos extremos y puede ser, por ejemplo, un tubo de varilla de combustible, una sección sin carga de combustible de una vaina de varilla de combustible, etc. Como alternativa, en un ejemplo que no se incluye en el alcance de las reivindicaciones, el dispositivo puede ser una varilla maciza, y o una barra etc. El conjunto de montaje 380 fija el componente del conjunto combustible 400 a una varilla de combustible de longitud parcial 19 y / o a cualquier dispositivo configurado de modo similar, por ejemplo, una varilla ficticia, una varilla de combustible de longitud parcial sin carga de combustible, un tubo ficticio, etc. en cualquiera de sus distintas formas. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, el conjunto de montaje 380 incluye un capuchón hembra tipo bayoneta 360 que presenta una escotadura en la cual es insertado un capuchón macho tipo bayoneta de varilla de combustible de longitud parcial 375 y girada para que quede bloqueada. En la FIG. 3, el conjunto de montaje 380 puede también incluir un conjunto de bloqueo 330. Como se muestra, el conjunto de bloqueo 330 incluye un muelle de bloqueo 310 y una escotadura 320 para el muelle de bloqueo, la cual bloquea el capuchón macho estilo bayoneta 375 de la varilla de combustible de longitud parcial cuando el capuchón 375 es insertado y girado dentro del capuchón hembra tipo bayoneta 360. Como alternativa, por ejemplo, la varilla de combustible de longitud parcial 19 puede incluir una tapa que incluye un dispositivo de tornillo (no mostrado) que puede atornillarse en una escotadura que incluye unos hilos de rosca (no mostrados) del conjunto de montaje 380. O bien, por ejemplo, el componente del conjunto combustible 400 puede fijarse a un extremo de la varilla de combustible de longitud parcial 19 por medio de otros mecanismos de cerradura y llave. En cualquiera de estos conjuntos de montaje, el componente del conjunto combustible 400 es fácilmente fijado y separado cuando se desee respecto de una varilla de combustible de longitud parcial para la evaluación, por ejemplo, del rendimiento de los materiales en servicio. El conjunto de montaje impide que el dispositivo se desprenda de manera inadvertida durante la operación del conjunto

combustible. Estos no son más que unos pocos ejemplos de conjuntos de montaje que pueden ser utilizados y que no deben considerarse como limitativos.

En otras formas de realización de ejemplo, el componente del conjunto combustible puede incluir un dispositivo para "tapar" el extremo del dispositivo cilíndrico 350, por ejemplo, un tapón, una tapa terminal, un capuchón, un capuchón de la varilla de combustible de longitud parcial, etc. que se fije al otro extremo del dispositivo cilíndrico 350 desde el conjunto de montaje 380. La tapa 340 puede estar configurada para posibilitar que un dispositivo de retirada de un componente del conjunto combustible (no mostrado) retire fácilmente el componente del conjunto combustible 400 de la varilla de combustible de longitud parcial 19 para su evaluación. La tapa 340 puede también, por ejemplo, formar una junta hermética en el extremo del dispositivo cilíndrico 350. Si la tapa 340 es utilizada para formar una junta hermética, entonces el componente del conjunto combustible puede ser presurizado y el componente del conjunto combustible 400 puede ser utilizado para evaluar una información adicional, por ejemplo, la orientación del hidruro que se forma durante una operación *in situ*.

El componente del conjunto combustible 400 puede tener una longitud y una anchura determinadas por los parámetros de diseño del reactor nuclear en el cual está siendo utilizado. Dado que una varilla de combustible 18 puede tener aproximadamente 420 cm, el componente del conjunto combustible 400 puede variar de tamaño de acuerdo con la longitud de la varilla de combustible de longitud parcial 19 a la cual esté siendo fijado el componente del conjunto combustible 400. Por ejemplo, el componente del conjunto combustible puede tener una longitud corta, por ejemplo, de 1,5 a 15,2 cm o mayor, por ejemplo, hasta 70 cm. Así mismo, la anchura del componente del conjunto combustible 400 puede variar de acuerdo con el tipo de conjunto de montaje 380 utilizado, por ejemplo, el diámetro del componente del conjunto combustible 400 puede ser el mismo que el de la varilla de combustible de longitud parcial 19.

El componente del conjunto combustible 400 puede ser utilizado con diversos fines, por ejemplo, para vigilar el comportamiento de los materiales en servicio, de los materiales de combustible de prueba, de los materiales de la vaina de la varilla de combustible de prueba, para verificar los efectos de los neutrones sobre los materiales del conjunto combustible, etc.

Como se muestra en la FIG. 4, los componentes de conjunto combustible 400 de las formas de realización de ejemplo pueden estar montados en varillas de combustible nucleares convencionales 19 (FIGS. 1 y 2) en un haz combustible 10.

Un reactor nuclear que incluye un haz combustible con una varilla de combustible de longitud parcial 19 que presenta un componente del conjunto combustible 400 de las formas de realización de ejemplo puede ser operado en un régimen de energización normal de forma que el componente del conjunto combustible 400 de las formas de realización de ejemplo sea irradiado por un flujo de neutrones existente en el reactor operativo. Una vez irradiado el componente del conjunto combustible 400 puede ser retirado del reactor nuclear separando el componente del conjunto combustible 400 de la varilla de combustible de longitud parcial, por ejemplo, durante el cierre del reactor. El componente del conjunto combustible 400 puede entonces ser evaluado con arreglo a los diversos parámetros en servicio según lo analizado con anterioridad. Es decir, en lugar de retirar una varilla de combustible sustancialmente mayor, una varilla de agua, etc., el conjunto combustible 400 puede ser mucho más fácilmente retirado y utilizado para su comprobación. El componente del conjunto combustible 400 puede ser fijado a la varilla de combustible de longitud parcial 19 en cualquier emplazamiento del haz combustible dependiendo de la información y de la longitud de los materiales deseados de la varilla de combustible de longitud parcial 19. Por ejemplo, el componente del conjunto combustible 400 puede estar dispuesto en la mitad del haz combustible 10, como se muestra en la FIG. 4 o en un extremo del haz combustible 10 (no mostrado).

Aunque los componentes de conjunto combustible de las formas de realización de ejemplo pueden ser insertados en las varillas de combustible del tipo BWR y en los haces de combustible de las formas de realización de ejemplo, se entiende que pueden ser utilizados otros tipos combustible de plantas energéticas con dispositivos de retención de las formas de realización de ejemplo. Por ejemplo, reactores tipo PWR, CANDU, RBMK, ESBWR, etc., pueden incluir varillas de combustible que se adapten a los dispositivos de retención de las formas de realización de ejemplo con el fin de irradiar en su interior objetivos de irradiación.

Habiéndose en las líneas anteriores descrito formas de realización de ejemplo, el experto en la materia apreciará que las formas de realización de ejemplo pueden ser modificadas por experimentación rutinaria y sin ulterior actividad inventiva. Por ejemplo, otros tipos formas o configuraciones de combustible pueden ser utilizadas en combinación con haces combustible de las formas de realización de ejemplo y de las fijaciones de placa de anclaje.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un haz combustible nuclear para su uso en un reactor nuclear, comprendiendo el haz combustible nuclear:
- una placa de anclaje superior (14)
 - una placa de anclaje inferior (16);
 - 5 al menos una varilla de combustible de longitud total (18) que se extiende entre la placa de anclaje superior (14) y la placa de anclaje inferior (16);
 - al menos una varilla de combustible de longitud parcial (19) que se extiende desde la placa de anclaje inferior (16) hacia la placa de anclaje superior (14);
 - 10 un componente del conjunto combustible (400) montado sobre la al menos una varilla de combustible de longitud parcial (19), incluyendo el componente del conjunto combustible,
 - un dispositivo cilíndrico (350) que presenta unos primero y segundo extremos, presentando el primer extremo un conjunto de montaje (380) que incluye un conjunto de bloqueo (330) que fija el dispositivo cilíndrico (350) a la al menos una varilla de combustible de longitud parcial (19), y **caracterizado porque**
 - 15 el dispositivo cilíndrico (350) es un tubo hueco que comprende una sección sin carga de combustible de una vaina de varilla de combustible.
- 2.- El haz combustible nuclear de la reivindicación 1, que incluye además:
- al menos uno de entre una tapa terminal, un capuchón (360), y un capuchón de varilla de combustible de longitud parcial (375) fijado al segundo extremo del dispositivo cilíndrico (350).
- 3.- El haz combustible nuclear de la reivindicación 2, en que el componente del conjunto combustible (400) está presurizado.
- 20
- 4.- El haz combustible nuclear de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el componente del conjunto combustible (400) tiene el mismo diámetro que la varilla de combustible de longitud parcial (19).

FIG. 1
TÉCNICA CONVENCIONAL

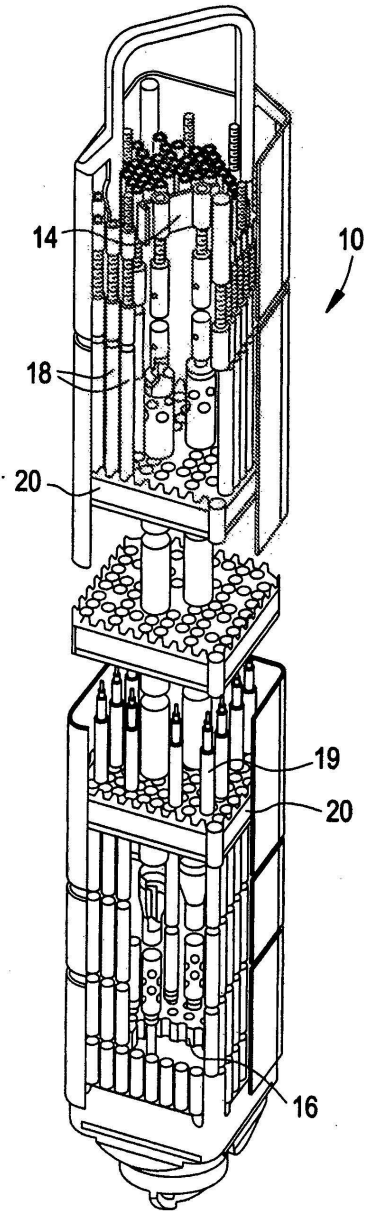


FIG. 2
TÉCNICA CONVENCIONAL

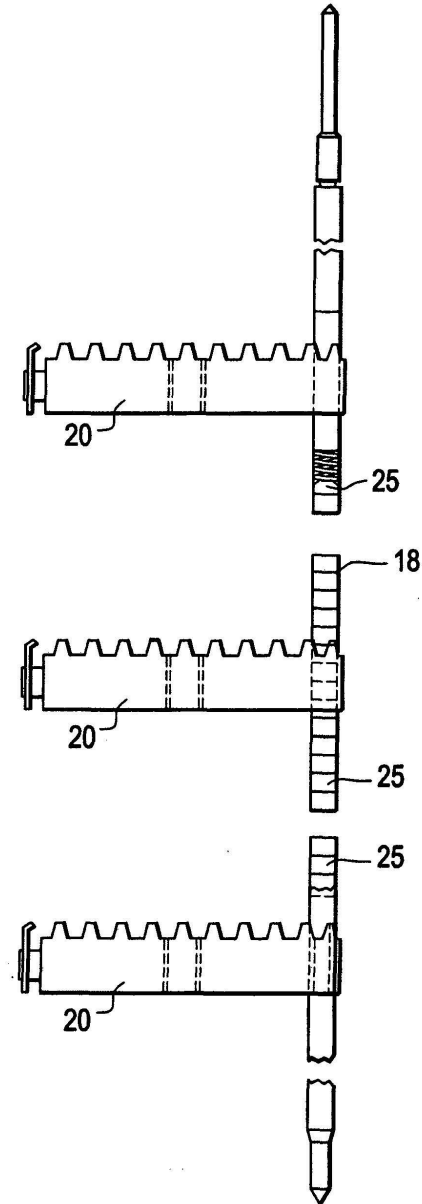


FIG. 3

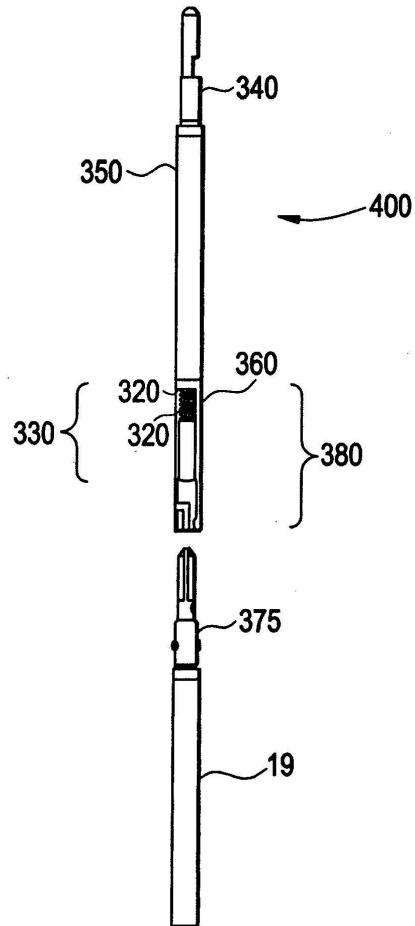


FIG. 4

