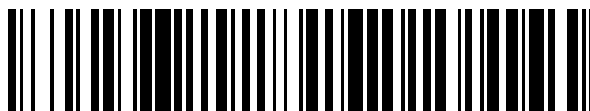


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 159**

51 Int. Cl.:

G21C 3/326 (2006.01)

G21C 3/14 (2006.01)

G21C 1/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2005 E 05257285 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 1667165**

54 Título: **Conjunto de varilla para reactores nucleares**

30 Prioridad:

03.12.2004 US 2677

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

25.06.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FAWCETT, RUSSELL MORGAN;
GONZALES, RANDY PETER;
HIGGINS, RUSSELL PATRICK;
JAMES, ROBERT BRYANT;
KIERNAN, MICHAEL THOMAS;
SHELTON, STEVEN BRUCE;
SMITH, DAVID GREY;
STACHOWSKI, RUSSELL EDWARD;
TROSMAN, LUKAS y
RUSSELL II, WILLIAM EARL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 409 159 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

Conjunto de varilla para reactores nucleares

La presente invención versa, en general, acerca de reactores nucleares y, más en particular, acerca de un conjunto de varilla para un haz de combustible para un reactor nuclear.

5 Un problema persistente durante la operación de un reactor nuclear es la existencia de restos de diversos tamaños. Ejemplos de tales restos pueden incluir fijaciones de pequeño tamaño, abrazaderas metálicas, escoria de soldadura, trozos de alambre, etc. Los restos pueden ser generados como el resultado de la construcción original del núcleo del reactor, de una operación subsiguiente del reactor y/o debido a reparaciones realizadas durante una parada planeada o no planeada de mantenimiento.

10 Durante la operación de tales reactores nucleares, los restos pueden ser transportados por el agua de refrigeración (refrigerante del reactor) y pueden quedar incrustados entre los componentes del reactor, o dentro de los mismos, tales como varillas de combustible de un conjunto de combustible en un reactor nuclear de agua en ebullición (BWR) o en un reactor nuclear de agua a presión (PWR), o en conjuntos de varillas de control en un PWR, etc. La interacción reiterada entre los restos retenidos y el o los componentes puede dar como resultado un daño por rozamiento a el o los componentes, tal como un daño a las varillas de combustible.

15 Parte de los restos puede quedar atrapada entre las varillas de combustible y otros componentes del conjunto de combustible. Los restos vibran en el refrigerante en movimiento e interactúa con las varillas de combustible, provocando potencialmente lo que se conoce como desgaste por rozamiento del encamisado de la varilla de combustible. Este desgaste por rozamiento puede ser reconocido como una causa significativa de fallos de la varilla de combustible en un BWR o PWR, por ejemplo.

20 Las soluciones convencionales han incluido emplear el uso de filtros de restos para filtrar los restos del refrigerante del reactor. Típicamente, estos están colocados en la placa de sujeción o cabezal inferior de un conjunto de combustible y, así, son sustituidos cuando se descarga el combustible. También se han introducido dispositivos de filtración de restos en el sistema de tuberías de una central energética nuclear. Sin embargo, el filtro de restos y/o los mecanismos externos de filtro no obvia por completo el problema del desgaste por rozamiento en los reactores nucleares. El desgaste por rozamiento sigue pudiendo producirse y provocar fallos del combustible, que pueden soltar combustible, productos de fisión u otros contenidos de las varillas en el refrigerante, dando lugar potencialmente a una retirada prematura del uso del conjunto de combustible o una sustitución costosa del combustible a mitad del ciclo.

25 El documento EP 0425856 da a conocer un conjunto de combustible y una varilla para un uso óptimo del combustible. El conjunto de combustible comprende un conjunto de módulos axiales de combustible apilados en fila e interconectados de forma que se puedan soltar para integrarlos estructuralmente como un conjunto modular de combustible. Los módulos son soltables permitiendo una nueva disposición después de su uso para permitir un uso subsiguiente de combustible parcialmente quemado.

30 La presente invención proporciona un haz de combustible para ser utilizado en un reactor nuclear que incluye: un conjunto de varilla que comprende una pieza extrema superior y una pieza extrema inferior, y una pluralidad de segmentos de varilla fijados entre las piezas extremas superior e inferior y entre sí por medio de puntos de conexión, manteniéndose el conjunto de varilla en una relación separada de una o más varillas distintas del haz de combustible por medio de una pluralidad de espaciadores proporcionados en distintas ubicaciones axiales en el haz de combustible y que definen pasos para un flujo de refrigerante del reactor entre las varillas en el haz de combustible; caracterizado porque se proporcionan subconjuntos adaptadores en puntos de conexión a lo largo de la longitud axial del conjunto de varilla para interconectar segmentos adyacentes de varilla y cada espaciador hace contacto con el conjunto de varilla únicamente en los subconjuntos adaptadores.

Se describirá ahora la invención con más detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que:

45 La FIG. 1A ilustra un haz ejemplar de combustible de un reactor nuclear.

La FIG. 1B ilustra un área de contacto entre espaciador y varilla en el haz de combustible, que muestra el lugar en el que pueden quedar alojados o retenidos los restos dentro del haz de combustible de la FIG. 1A.

50 La FIG. 1C ilustra un espaciador que está limitado entre las lengüetas de una varilla de agua dotada de lengüetas y las áreas de contacto dentro de un espaciador en las que pueden quedar restos alojados o retenidos dentro del haz de combustible de la FIG. 1A.

La FIG. 2A ilustra un conjunto de varilla para un haz de combustible según una realización ejemplar de la invención.

La FIG. 2B ilustra una vista ampliada de una porción de la FIG. 2A para ilustrar el conjunto de varilla con más detalle.

Las FIGURAS 3A y 3B son perfiles en perspectiva y en una vista lateral que ilustran el subconjunto adaptador macho para el conjunto de varilla para un haz de combustible según una realización ejemplar de la invención.

Las FIGURAS 4A y 4B son perfiles en perspectiva y en una vista lateral que ilustran el subconjunto adaptador hembra según una realización ejemplar de la presente invención.

5 Las FIGURAS 5A y 5B son perfiles en perspectiva y en una vista lateral que ilustran una pieza extrema inferior del conjunto de varilla para un haz de combustible según una realización ejemplar de la invención.

Las FIGURAS 6A-6E son vistas que ilustran un conjunto recipiente ejemplar con contenidos adaptados para ser insertados en un segmento dado de varilla del conjunto de varilla, según una realización ejemplar de la invención.

10 La FIG. 7 ilustra un conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la invención.

Las FIGURAS 8A-B son vistas que ilustran un subconjunto adaptador para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la invención.

15 Las FIGURAS 9A-B son vistas que ilustran un minisubconjunto para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la invención.

Las FIGURAS 10A-B son vistas que ilustran un adaptador de tapón de cierre del extremo superior para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la presente invención.

Las FIGURAS 11A-B son vistas que ilustran un adaptador de tapón de cierre del extremo inferior para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la presente invención.

20 Las FIGURAS 12A-C son vistas que ilustran un subconjunto adaptador para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la invención.

25 La FIG. 1A ilustra un haz ejemplar de combustible de un reactor nuclear tal como un BWR. El haz 10 de combustible puede incluir un canal externo 12 que rodea una placa superior 14 de sujeción y una placa inferior 16 de sujeción. Puede haber dispuesta una pluralidad de varillas 18 de combustible de longitud completa y/o de varillas 19 de combustible de longitud parcial en una matriz dentro del haz 10 de combustible y puede pasar a través de una pluralidad de espaciadores (también conocidos como rejillas espaciadoras) 20 separados verticalmente entre sí manteniendo a las varillas 18, 19 en la matriz dada del mismo.

30 Se pueden mantener las varillas 18 y 19 de combustible con al menos un par de varillas 22 y 24 de agua separadas entre sí en el haz 10 de combustible por medio de una pluralidad de espaciadores 20 proporcionados en distintas ubicaciones axiales en el haz 10 de combustible, de forma que se definan pasos para el flujo de refrigerante del reactor entre las varillas 18, 19 de combustible en el haz 10 de combustible. Típicamente, puede haber entre cinco y ocho espaciadores 20 separados en toda la longitud axial del haz 10 de combustible para mantener a las varillas 18, 19 de combustible en el conjunto deseado de las mismas. El espaciador 20 puede estar implementado como cualquier tipo de espaciador, por ejemplo, espaciadores de tipo manguito o espaciadores del tipo descrito e ilustrado en la patente U.S. nº 5.209.899.

35 En la FIG. 1A, la matriz puede ser un conjunto de 10X10, aunque el haz ilustrativo 10 de combustible puede tener un conjunto matricial distinto de las varillas 18, 19, tal como un conjunto de 9X9. Como se conoce, el haz 10 puede incluir por completo varillas 18 de combustible de longitud completa y/o una combinación de varillas de combustible de longitud completa 18 y de longitud parcial 19. Las varillas 22 y 24 de agua (se muestran dos, puede haber más o menos varillas de agua en el haz 10) pueden estar dispersadas entre las varillas 18, 19 de combustible en el haz 10, entre la placa inferior 16 de sujeción y la placa superior 14 de sujeción. Las varillas 22, 24 de agua sirven para transferir fluido desde las regiones inferiores del haz 10 de combustible nuclear hasta las regiones superiores, donde se dispersa agua a través de aberturas ubicadas en la parte superior de las varillas de agua, como se muestra.

40 La FIG. 1B ilustra una ubicación entre espaciador y varilla en el haz 10 de combustible de la FIG. 1A. En particular, la FIG. 1B ilustra áreas ejemplares 50a-50d de captura de restos entre una varilla dada 18 de combustible y un espaciador 20 para mostrar el lugar en el que pueden quedar atrapados o retenidos los restos, de forma que se agrava el problema del desgaste por rozamiento.

45 La FIG. 1C ilustra una ubicación entre espaciador y varilla de agua en el haz 10 de combustible de la FIG. 1A y áreas ejemplares 50a-50e de captura de restos entre una varilla dada 22, 24 de agua y un espaciador 20 para mostrar el lugar en el que pueden llegar a alojarse o quedar retenidos restos, de forma que provoca potencialmente un desgaste por rozamiento con una varilla adyacente 18, 19. Las varillas 22 y 24 de agua están limitadas por un espaciador 20. El espaciador 20 está limitado por un par de pestañas o lengüetas 34 y 36 dirigidas de forma radial que se encuentran en lados opuestos del espaciador 20, para mantener al espaciador a la altura deseada. Durante las operaciones de potencia del reactor, los restos pueden ser transportados por el refrigerante del reactor y pueden

llegar a alojarse en la circunferencia, o en torno a la misma, de las varillas 22, 24 de agua y del espaciador 20 dentro del haz 10. La interacción reiterada entre los restos retenidos en el espaciador 20 y las varillas 22, 24 de agua puede tener como resultado el desgaste por rozamiento y el daño potencial mencionados anteriormente a las varillas adyacentes 18, 19 y/o las varillas 22, 24 de agua.

5 La FIG. 2A ilustra un conjunto 100 de varilla para un haz 10 de combustible según una realización ejemplar de la invención. En un intento por proporcionar una varilla sin rozamiento diseñada de forma que se elimine sustancialmente un desgaste por rozamiento como se describe en la técnica convencional, se describe un conjunto 100 de varilla (también denominado a veces varilla de múltiples segmentos o varilla de múltiples partes) que incluye una pluralidad de partes o segmentos 110 de varilla. Como se muestra en la FIG. 2A, un conjunto 100 de varilla
10 puede incluir una pluralidad de segmentos 110 de varilla (dos segmentos adyacentes de varilla mostrados como 110a y 110b) entre una pieza extrema superior 120 y una pieza extrema inferior 130. La pieza extrema superior 120 y la pieza extrema inferior 130 pueden incluir roscas para acoplarse con las placas superior e inferior de sujeción del haz 10 de combustible (no mostrado), como se muestra. Los segmentos adyacentes 110a, 110b de varilla pueden estar interconectados entre sí por medio de al menos un subconjunto adaptador, mostrado en general como un subconjunto 300 dentro del círculo de línea discontinua de la FIG. 2A. En la FIG. 2A solo se muestra un conjunto 100 de varilla, comprendiéndose que se pueden insertar uno o más conjuntos 100 de varillas, mostrados en la FIG. 2A, en un haz de combustible tal como el haz 10 de combustible mostrado en la FIG. 1A.

Los segmentos 110 de varilla pueden estar fijados entre las piezas extremas superior e inferior 120, 130 y entre sí, de manera que formen toda la longitud axial del conjunto 100 de varilla. En un ejemplo, un segmento 110a de varilla,
20 un segmento 110b de varilla y una de cada una de las piezas extremas superior e inferior 120, 130 pueden estar conectados por medio de subconjuntos adaptadores 300 en puntos de conexión a lo largo de la longitud axial del conjunto 100 de varilla en los que el conjunto de varilla hace contacto con los espaciadores 20. Aunque solo se muestran tres espaciadores 20 y subconjuntos adaptadores 300 en la FIG. 2a en aras de la brevedad, debería comprenderse que el haz 10 de combustible podría incluir uno o más conjuntos 100 de varillas, teniendo cada uno al menos un segmento 110a de varilla y al menos un segmento 110b de varilla conectados por medio de subconjuntos adaptadores 300 en cualquier número de ubicaciones de espaciador 20. Los segmentos 110a, 110b de varilla pueden ser segmentos de longitud fija para facilitar el procedimiento de fabricación. De forma similar, los subconjuntos adaptadores 300 también pueden estar fabricados con un tamaño fijo, de forma que tengan longitudes idénticas.

30 En esta realización ejemplar, los segmentos de varilla y los subconjuntos adaptadores están contruidos de un material que es resistente a la corrosión y son compatibles con otros componentes del reactor. Un material ejemplar puede ser una aleación de circonio, por ejemplo.

De forma deseable, una porción de cada espaciador 20 hace contacto con el conjunto 100 de varilla en cada uno de los subconjuntos adaptadores 300, de forma que abarca sustancialmente los subconjuntos adaptadores 300 y/o
35 puntos 115 de conexión entre segmentos 110 de varilla, o abarca sustancialmente un subconjunto adaptador 300 o punto 115 de conexión que conecta un segmento dado 110 de varilla y una de las piezas extremas superior e inferior 120 y 130. En consecuencia, se pueden eliminar las consecuencias del desgaste por rozamiento del conjunto 100 de varilla en estos puntos 115 y/o subconjuntos adaptadores 300 en un espaciador dado 20. Aunque puede ocurrir un desgaste por rozamiento, el desgaste por rozamiento sobre el conjunto 100 de varilla se produce en el subconjunto adaptador 300, en vez de sobre un segmento 110a, b. En consecuencia, esto puede eliminar la liberación potencial de contenidos desde el interior de un segmento dado 110 de varilla al refrigerante del reactor.

La FIG. 2A ilustra un subconjunto adaptador 300 ejemplar entre segmentos adyacentes 110a y 110b de varilla con una línea discontinua (es decir, las líneas discontinuas ilustran componentes dentro de los segmentos 110 de varilla y/o los subconjuntos adaptadores 300), de forma que se muestran los puntos 155 de soldadura entre un segmento
45 adyacente 110b de varilla y una parte del subconjunto adaptador 300. La FIG. 2A también ilustra (con líneas discontinuas) un conjunto recipiente 600 opcional proporcionado dentro de uno o más de los segmentos 110 de varilla para aplicaciones descritas con detalle en lo sucesivo. Los segmentos de varilla pueden incluir o no un conjunto recipiente 600 en los mismos. Además, en la FIG. 2A, se ilustra una porción rebajada o una línea rebajada 360 de ruptura. Como se describirá con más detalle a continuación, la línea rebajada 360 de ruptura proporciona una ubicación alternativa para romper un subconjunto particular 300 de adaptador/segmento 110 de varilla para retirar un segmento particular 110 de varilla del conjunto 100 de varilla, lo que puede ser deseable para reducir su longitud durante el transporte, etc., por ejemplo.

La FIG. 2B ilustra una vista ampliada de una porción de la FIG. 2A para ilustrar el conjunto de varilla con más detalle. Las porciones de la FIG. 2B también mostradas con líneas discontinuas (líneas de puntos) para indicar componentes en el interior de un segmento 110a, 110b de varillas o subconjunto 300. El subconjunto adaptador 300
55 puede incluir un adaptador macho 330 de tapón de cierre que está fijado a un segmento 110a de varilla por medio de una soldadura en la junta 155 de soldadura. De forma similar, el subconjunto adaptador 300 puede incluir un adaptador hembra 350 de tapón de cierre que puede estar fijado en un extremo a un segmento 110b de varilla por medio de una soldadura en la junta 155 de soldadura. Tanto el adaptador macho de tapón de cierre como el hembra 330, 350 puede incluir una pluralidad de depresiones 357 con forma de tuerca en torno a una circunferencia externa

del mismo. En general, las depresiones 357 pueden facilitar el desmontaje o la retirada de un segmento dado 110 de varilla, de una pieza extrema superior 120 o de una pieza extrema inferior 130 por medio de una herramienta adecuada durante una parada de mantenimiento, por ejemplo.

5 En la FIG. 2B, las depresiones 357 pueden incluir superficies inclinadas rebajadas en extremos opuestos de las mismas, tales como los bordes inclinados 380, para evitar daños al espaciador 20 durante la inserción o el montaje del conjunto 100 de varilla en el haz 10 de combustible del reactor. Además, como se muestra en forma de línea de puntos, cada uno de los adaptadores macho y hembra 330 y 350 de tapón de cierre puede incluir miembros 355 de alineación de soldadura para facilitar la inserción del correspondiente adaptador 330, 350 de tapón de cierre en un extremo de un segmento dado 110 de varilla para soldar el tapón 330/350 de cierre al segmento 110 en la junta 155 de soldadura.

15 Las FIGURAS 3A y 3B son perfiles en perspectiva y en vista lateral que ilustran parte de un subconjunto adaptador para el conjunto de varilla para un haz de combustible según una realización ejemplar de la invención. Como se muestra en las FIGURAS 3A y 3B, el adaptador macho 330 de tapón de cierre puede estar fijado (tal como mediante una soldadura) al segmento 110 de varilla en un primer extremo 332. Un segundo extremo 334 del adaptador macho 330 de tapón de cierre puede ser insertado en una cámara o cavidad correspondiente del adaptador hembra 350 de tapón de cierre. El adaptador macho 330 de tapón de cierre puede incluir el miembro mencionado anteriormente 335 de alineación de soldadura como parte de una sección cilíndrica 333, que incluye depresiones 357 en torno a la circunferencia de la misma con bordes inclinados 380. Un miembro intermedio 339 conecta la sección cilíndrica 333 con una sección alargada 338. La sección alargada 338 puede estar roscada, como se muestra en la FIG. 3A. La sección alargada 338 se ahúsa formando un extremo 336 con forma generalmente de cono en el segundo extremo 334 del adaptador macho de tapón de cierre. El extremo 336 con forma de cono representa una ayuda de autoalineamiento para conectar el adaptador hembra 350 de tapón de cierre al adaptador macho 330 de tapón de cierre como un único subconjunto adaptador 300.

20 El adaptador macho 330 de tapón de cierre puede estar fabricado de un material que es resistente a la corrosión y compatible con los otros componentes del reactor, tal como una aleación de circonio, como se conoce en la técnica.

25 Las FIGURAS 4A y 4B son perfiles en perspectiva y en vista lateral que ilustran otra parte del subconjunto adaptador para un haz de combustible según una realización ejemplar de la presente invención. Como se muestra en las FIGURAS 4A y 4B, el adaptador hembra 350 de tapón de cierre tiene un primer extremo 352 para ser fijado a un segmento dado 110 de varilla (no mostrado) y un segundo extremo 354 para recibir el extremo 336 con forma de cono y el miembro alargado 338 del adaptador macho 330 de tapón de cierre en el mismo. El adaptador hembra 350 de tapón de cierre puede incluir un miembro 355 de alineación de soldadura y una sección generalmente cilíndrica 353, que tiene una pluralidad de depresiones 357 con forma de tuerca en torno a la circunferencia con bordes inclinados 380 en el primer extremo 352 para facilitar la retirada del adaptador hembra 350 de tapón de cierre y/o la retirada de un segmento adyacente de varilla.

30 El adaptador hembra 350 incluye una cavidad interior 358. Una superficie de la cavidad 358 puede incluir una pluralidad de roscas 356 de acoplamiento para recibir roscas correspondientes (véase la FIG. 3A) en la sección alargada 338 del adaptador macho 330 de tapón de cierre. La cavidad 358 puede tener una porción inclinada cóncava 359 en un extremo de la misma que es configurable como una ayuda de autoalineamiento para recibir el extremo 336 con forma de cono para conectar el adaptador macho 330 de tapón de cierre en el adaptador hembra 350 de tapón de cierre.

35 Como se muestra en la FIG. 4B, la sección cilíndrica 353 del adaptador hembra 350 de tapón de cierre puede incluir una línea rebajada 360 de ruptura en el segundo extremo 354. La línea rebajada 360 de ruptura también puede ser denominada una sección rebajada, por ejemplo. Se puede diseñar un rebaje en cada uno de los subconjuntos adaptadores 300, de forma que se pueda desmontar de forma segura un segmento dado 110 de varilla al partir y/o cortar una sección, separándola, sin desenroscar las juntas 115 de conexión de la FIG. 2B. Esto se ilustrará con más detalle a continuación.

40 En otro aspecto, dado que las roscas de la sección alargada 338 se acoplan con las roscas correspondientes 356 de acoplamiento dentro de la cavidad 358 del adaptador hembra 350 de tapón de cierre, la línea rebajada 360 de ruptura se alinea con el miembro intermedio 339 del adaptador macho 330 de tapón de cierre. Dado que el diámetro del miembro intermedio 339 es menor que el diámetro de la sección cilíndrica 333, esto representa un "área debilitada" que facilita el corte, la partición o la ruptura del subconjunto adaptador 300 de la FIG. 2B en esa ubicación. Por lo tanto, la línea rebajada 360 de ruptura puede proporcionar una identificación visual acerca del lugar por el que cortar un subconjunto adaptador 330 de la FIG. 3B, en el caso de una sustitución del segmento 110 de la FIG. 2B, de una sustitución del subconjunto adaptador 300 de la FIG. 2B, etc.

45 Las FIGURAS 5A y 5B son perfiles en perspectiva y en vista lateral que ilustran una pieza extrema inferior ejemplar del conjunto de varilla para un haz de combustible según una realización ejemplar de la invención. Como se muestra en las FIGURAS 5A o 5B, una o ambas de las piezas extremas superior e inferior 120 y 130 de la FIG. 2A pueden estar formadas como un conjunto macizo 500 de pieza extrema. El conjunto macizo de pieza extrema puede estar fabricado de un material metálico macizo, por ejemplo. El conjunto 500 de pieza extrema puede incluir una porción

tapón terminal 505 de cierre en un extremo del mismo y puede tener un subconjunto adaptador integral 530 de pieza extrema en otro extremo del mismo para un acoplamiento roscado con un correspondiente segmento adaptador hembra 350 de la FIG. 4B en un segmento adyacente 110 de varilla de la FIG. 2B.

5 El conjunto 500 de pieza extrema puede estar fabricado de Zircaloy macizo y no tiene que tener necesariamente ningún combustible nuclear (uranio enriquecido) o venenos (gadolinio) cargados en el mismo, dado que el flujo axial cerca de la parte superior y de la parte inferior de un haz de combustible, tal como el haz 10 de combustible de la FIG. 1a es sustancialmente menor, en general, entre las piezas extremas superior e inferior 120 y 130 de la FIG. 2A, por ejemplo. De esta manera, las FIGURAS 5A y 5B pueden ilustrar un tapón terminal de cierre reutilizable (reutilizable bien como una pieza extrema superior o bien como una pieza extrema inferior) que puede ser retirado con una facilidad relativa de un segmento adyacente 110 de la FIG. 2B del conjunto 100 de varilla de la FIG. 2A durante una parada programada de mantenimiento.

Las FIGURAS 6A-6E son vistas que ilustran un conjunto recipiente ejemplar con los contenidos adaptados para ser insertados en un segmento dado 110 de varilla del conjunto 100 de varilla de la FIG. 2A para un haz de combustible, según una realización ejemplar de la invención.

15 En la realización ejemplar de la presente invención, diversos de los segmentos 110 de varilla pueden incluir un conjunto recipiente 600 en los mismos, como se ha mostrado anteriormente en la FIG. 2B. En un ejemplo, el conjunto recipiente 600 puede alojar o contener contenidos seleccionados. Un ejemplo de tales contenidos puede ser uno o más blancos de irradiación que producen uno o más isótopos deseados cuando se irradia un haz de combustible que contiene el conjunto 100 de varilla en el núcleo del reactor. Cada uno de los uno o más segmentos 20 110 de varilla del conjunto 100 de varilla pueden incluir el mismo blanco, distintos blancos o múltiples blancos de irradiación, por ejemplo.

Con referencia a las FIGURAS 2A y 2B, en un aspecto ejemplar de la invención, al menos uno de los segmentos 110 de varilla del conjunto 100 de varilla incluye un conjunto recipiente 600 en el mismo, y ninguno de los otros segmentos 110 de varilla del conjunto 100 de varilla (ni ninguna de las dos piezas extremas 120, 130) contiene ningún combustible nuclear/veneno. En otro aspecto, uno o más de los segmentos 110 de varilla del conjunto 100 de varilla puede incluir enriquecimientos deseados de uranio y/o concentraciones de gadolinio. Las ubicaciones y las concentraciones pueden estar basadas en las características deseadas del haz 10 para un ciclo energético planificado, por ejemplo. Un segmento 110 de varilla que incluye un blanco de irradiación puede no incluir, además, combustible nuclear, aunque los segmentos adyacentes 110 de varilla podrían incluir combustible nuclear en los mismos.

Con referencia ahora a las FIGURAS 6A-6E, el conjunto recipiente 600 mostrado inicialmente con líneas discontinuas en las FIGURAS 2A y 2B pueden incluir un recipiente 610 que aloja un blanco 620 de irradiación en el mismo. El recipiente 610 puede estar cerrado en un extremo 611, abierto en el otro extremo 612 y puede incluir un cierre hermético 613 para cerrar el recipiente por medio de un tapón terminal 630 adecuado, como se muestra en la FIG. 6D, aunque se pueden proporcionar tapones terminales 630 en ambos extremos. Aunque se muestra el recipiente 610 como que tiene una forma generalmente cilíndrica, el recipiente 610 puede estar orientado con cualquier forma geométrica, siempre que el diámetro más grande de la forma sea menor que el diámetro interno del segmento 110 de varilla. El recipiente 610 puede estar fabricado de un material adecuado, tal como aleaciones de circonio, por ejemplo.

40 El recipiente 610 puede alojar uno o más blancos 620 de irradiación. El blanco 620 de irradiación mostrado en la FIG. 6B está ilustrado con una presentación o forma generalmente cilíndrica. Sin embargo, el blanco 620 de irradiación puede ser implementado como un sólido, un líquido y/o un gas, y puede adoptar cualquier geometría siempre que el diámetro de la geometría sea lo suficientemente pequeño como para caber en el interior del recipiente 610 (menor que el diámetro interno del recipiente 610) en un segmento dado 110 de varilla. Por lo tanto, el 45 recipiente 610 proporciona una doble contención para el blanco 620 de irradiación en el segmento 610 de varilla cuando está insertado en un segmento 110 de varilla.

La FIG. 6E ilustra una vista frontal transparente o lateral del conjunto recipiente 600, para mostrar el recipiente 610 que aloja el blanco 620 de irradiación en su interior y está cerrado herméticamente por el tapón terminal 630 de cierre en la ubicación 613. Opcionalmente, un interior del recipiente 610 puede incluir un resorte 640 para proporcionar una fuerza opuesta contra el blanco 620 de irradiación cuando está cerrado herméticamente por el tapón terminal 630 de cierre. El tapón terminal 630 de cierre puede estar fijado al recipiente 610 mediante medios de fijación, es decir, soldadura, un acoplamiento roscado, una conexión por rozamiento, etc.

En otro aspecto, el recipiente 600 aloja el blanco 620 de irradiación dentro del mismo, que tiene un primer extremo 611 que tiene un agujero guía 603 para retirar el blanco 620 de irradiación después de la irradiación. El primer extremo 611 puede incluir roscas exteriores 601 y una junta tórica 602 utilizada para cerrar herméticamente el recipiente 600 cuando es insertado en un equipo. El agujero guía 603 tiene roscas interiores para ayudar en la retirada del recipiente 600 del segmento 110 de varilla.

El blanco 620 de irradiación puede ser un blanco seleccionado del grupo de isótopos que comprende uno o más de cadmio, cobalto, iridio, níquel, talio, isótopo de tulio, por ejemplo, o cualquier otro isótopo que tenga un número atómico mayor de 3. De forma deseable, un segmento dado 110 y/o un conjunto recipiente 600 pueden incluir indicios o indicadores en el o los mismos para indicar que el blanco 620 de irradiación está cargado en ese segmento 110 de varilla/recipiente 600, por ejemplo, y/o qué isótopo va a ser producido a partir de ese blanco. Se describe con más detalle la metodología específica en la que se irradian uno o más de los conjuntos 100 de varillas que contienen blancos de irradiación dentro de un haz de combustible (tal como el haz 10 de combustible de la FIG. 1A) de un reactor nuclear para generar uno o más isótopos deseados en la solicitud en tramitación como la presente y transferida legalmente a los inventores titulada "Methods of Producing Isotopes in Power Nuclear Reactors", n° de expediente de agente 158486-1. Por lo tanto, se omite en el presente documento una exposición detallada de estos procedimientos en aras de la brevedad.

La FIG. 7 ilustra un conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la invención. La FIG. 7 ilustra un conjunto 100' de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la presente invención.

En la FIG. 7, solo se muestran algunos segmentos 110 de varilla del conjunto 100' de varilla en aras de la brevedad, comprendiéndose que el conjunto 100' de varilla podría incluir segmentos 110 de varilla y espaciadores 20 adicionales. En un ejemplo, el haz 10 de combustible puede incluir ocho espaciadores 20 con segmentos 110 de varilla de distintos tamaños (de distintas longitudes) fijados a las piezas extremas superior e inferior 120 y 130 con un resorte 125 de expansión fijado encima de la pieza extrema superior 120, como se conoce en la técnica.

A diferencia de la FIG. 2A, en la FIG. 7 se pueden proporcionar "minisubconjuntos" adaptadores 300a de diversos tamaños en diversas ubicaciones, de forma que los puntos de conexión entre dos segmentos adyacentes 110 de varilla no se producen en la ubicación del espaciador (es decir, en el espaciador 20). La FIG. 7 también ilustra una sección rebajada 160 (línea segmentada 360 de ruptura en la FIG. 2B) al igual que el conjunto recipiente 600' con más detalle. Como puede ser deseable tener más ubicaciones adicionales para retirar con más facilidad los segmentos 110 de varilla que incluyen un conjunto recipiente 600' en su interior (para la retirada del conjunto recipiente 600' y un transporte hasta un cliente deseado), el conjunto 100' de varilla puede incluir subconjuntos adaptadores 300 de distintas longitudes, tales como minisubconjuntos 300a y subconjuntos extendidos para ser utilizados entre segmentos adyacentes 110 de varilla de distintas longitudes, por ejemplo. Se pueden insertar uno o más de los conjuntos 100' de varillas mostrados en la FIG. 7 en un haz de combustible como el haz 10 de combustible mostrado en la FIG. 1A. Además, un conjunto 100 o 100' de varilla podría tener tanto subconjuntos adaptadores 300 en ubicaciones de los espaciadores 20 al igual que uno o más minisubconjuntos 300a entre espaciadores 20 para conectar segmentos adyacentes 110 de varilla, y/o para conectar un segmento 110 de varilla a una de una pieza extrema superior o inferior 120, 130 (como se muestra en la FIG. 2A) o una de un conjunto 1000 de pieza extrema superior y un conjunto 1100 de pieza extrema inferior, como se muestra en la FIG. 7.

Como también se muestra en la FIG. 7, un segmento dado 110 de varilla puede incluir múltiples conjuntos recipientes 600' en el mismo. En la FIG. 7, el conjunto recipiente 600' puede incluir una pluralidad de blancos de irradiación en forma "BB", que es otra forma alternativa del blanco de irradiación según la presente invención.

En consecuencia, como se muestra en la FIG. 7, el conjunto 100' de varilla puede incluir minisubconjuntos adaptadores 300a de diversos tamaños que pueden ser utilizados además del subconjunto adaptador 300 de tamaño fijo descrito en la FIG. 2A. Esto puede producir un único conjunto 100' de varilla de múltiples juntas que tiene más de un uso. Este utiliza diversos niveles de flujo de neutrones en el reactor para variaciones en el grado de producción de isótopos en el blanco.

Como ejemplo, el conjunto 100' de varilla puede tener una pluralidad de blancos de irradiación en diversas ubicaciones dentro de segmentos 110 de varilla de distintos tamaños, y seguir manteniendo la misma longitud de una varilla estándar 18 de combustible de longitud completa o una varilla 19 de longitud parcial en un haz 10 de combustible de la FIG. 1A, y/o proporcionar un conjunto 100' de varilla que tiene la misma longitud que una varilla de longitud parcial dentro del haz 10 de combustible de la FIG. 1A, por ejemplo. Se pueden retirar y/o volver a conectar distintos segmentos 110 de varilla del conjunto 100' de varilla en distintos puntos de conexión a lo largo de la longitud axial del conjunto 100' de varilla. Se puede retirar un segmento dado 110 de varilla y/o un minisubconjunto adaptador 300a al desenroscar, cortar y/o partir o romper una sección específica, soltándola, en su punto de conexión o en la sección rebajada 160, por ejemplo.

Además, como se muestra en la FIG. 7, se pueden colocar los blancos 620 de irradiación en conjuntos recipientes 600' envasados de antemano que pueden facilitar el transporte directamente desde el emplazamiento del reactor al cliente receptor. Tales recipientes 600' envasados de antemano pueden contener distintos materiales de blanco de irradiación, con independencia de que los isótopos diana tengan forma de sólido, de líquido o de gas y estén colocados en el interior de un segmento 110 de varilla.

Las FIGURAS 8A-8B son vistas que ilustran un subconjunto adaptador para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la invención; y las FIGURAS 9A-9B ilustran el minisubconjunto 300a con más detalle. La FIG. 8A muestra un adaptador macho 330' de tapón de cierre y una dirección de inserción en el

adaptador hembra 350' de tapón de cierre. La FIG. 8B ilustra el acoplamiento de conexión entre los adaptadores macho y hembra 330', 350' de tapón de cierre como parte de un subconjunto adaptador ejemplar 300'.

Las FIGURAS 8A y 8B ilustran un subconjunto adaptador 300' de mayor longitud que el mostrado en las FIGURAS 3A- 3B y en las FIGURAS 4A-4B, o en las FIGURAS 9A-9B. Por ejemplo, la sección alargada más larga 338A del segmento adaptador macho 330' más largo puede proporcionar un subconjunto adaptador 300' que permite que la conexión de una sección de menor longitud del segmento 110 de varilla sea intercambiable con un segmento 110 de varilla mucho más largo/pesado, en el supuesto caso de que surgiese la necesidad. En la FIG. 8A, la longitud de la sección alargada más larga 338A está indicada como "y * n", de forma que se distinga de la longitud de la sección alargada más corta 338B en el minisubconjunto 300a de la FIG. 9A. De forma similar, la longitud total del subconjunto adaptador 300' en la FIG. 8B puede ser mayor que la del minisubconjunto correspondiente 300a en la FIG. 9B en un número entero múltiplo n, o mediante la suma de un número entero n a la longitud "x" del minisubconjunto 300a en la FIG. 9B.

Se puede utilizar el minisubconjunto más pequeño 300a de dos piezas de las FIGURAS 9A-B entre las ubicaciones de los espaciadores 20 para producir subconjuntos aún más pequeños de segmentos 110 de varilla. El minisubconjunto adaptador 300a más pequeño de dos piezas de la FIG. 9B puede ser utilizado en el mismo conjunto 100' de varilla como el subconjunto adaptador 300' más grande de dos piezas mostrado en la FIG. 8B, por ejemplo.

Las FIGURAS 10A-B son vistas que ilustran un adaptador de pieza extrema superior para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la presente invención. Las FIGURAS 11A-B son vistas que ilustran un adaptador de pieza extrema inferior para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la presente invención.

Las FIGURAS 10A-11B ilustran realizaciones alternativas al conjunto 500 de piezas extremas mostrado en las FIGURAS 5A y 5B. Las FIGURAS 10A y 10B ilustran un conjunto 1000 de pieza extrema superior. El conjunto 1000 de pieza extrema superior puede incluir un subconjunto adaptador 1330 de pieza extrema superior en un extremo y la pieza extrema superior 1310 conectada al mismo en otro extremo, que puede contener roscas. A diferencia del conjunto integral 500 de piezas extremas mostrado en las FIGURAS 5A y 5B, en las FIGURAS 10A y 10B, la pieza extrema superior 1310 está fijada a un adaptador hembra 1350 de tapón de cierre similar al adaptador hembra 350 de tapón de cierre descrito en las FIGURAS 4A y 4B. El adaptador hembra 1350 de tapón de cierre puede estar acoplado al adaptador macho 1330 de tapón de cierre tal como se ha descrito anteriormente en las FIGURAS 3A-3B. El subconjunto 1000 de pieza extrema superior permite que se construya una varilla de longitud completa desde su pieza extrema superior 1310 bajando hasta su pieza extrema inferior 2310 al combinar distintas longitudes de segmentos 110 de varilla con distintos puntos de conexión en la misma longitud axial del conjunto 100' de varilla.

De forma similar, en las FIGURAS 11A y 11B, un conjunto 1100 de pieza extrema inferior puede incluir un subconjunto adaptador 2300 de pieza extrema inferior conectado a la pieza extrema inferior 2310. En particular, la pieza extrema inferior 2310 está fijada al adaptador macho 2330 de tapón de cierre, que se acopla con un adaptador hembra 2350 de tapón de cierre que está fijado a un segmento adyacente 110 de varilla, por ejemplo. En un aspecto, se puede utilizar la pieza extrema inferior después de la retirada de una sección inferior de un segmento 110 de varilla, de forma que la longitud axial restante del conjunto 100' de varilla pueda permanecer en el haz 10 para ciclos adicionales utilizando el conjunto separable 1100 de pieza extrema inferior.

En consecuencia, el conjunto 1000 de pieza extrema superior y el conjunto 1100 de pieza extrema inferior proporcionan piezas extremas inferior y superior reutilizables y retirables que pueden facilitar reparaciones rápidas o la retirada de segmentos designados 110 de varilla en el conjunto 100' de varilla.

Las FIGURAS 12A-C son vistas que ilustran un subconjunto adaptador para el conjunto de varilla para un haz de combustible según otra realización ejemplar de la invención. En general, se puede entender el subconjunto adaptador 300b como un mecanismo de bloqueo por empuje a presión que tiene un conector macho 330" acoplándose a un conector hembra 350" correspondiente para conectar dos segmentos 110 de varilla o un segmento 110 de varilla con una de las piezas extremas superior e inferior 120/130 de la FIG. 2A. El conector macho 330" puede incluir un miembro expansible en un extremo del mismo, y el conector hembra 350" puede incluir una cavidad interior que termina en un receptor que está adaptado para recibir el miembro expansible.

Las FIGURAS 12A y 12B ilustran un conector macho 330" y un conector hembra 350" y la dirección de acoplamiento de conexión entre los dos conectores 330", 350". Como se muestra en la FIG. 12B, el conector macho 330" puede incluir un miembro 355 de alineación de soldadura (tal como se muestra en la FIG. 2B) para ayudar a alinear el conector macho 330" en el interior de su segmento correspondiente 110 de varilla. El otro extremo del conector macho 330" puede incluir un tapón 1205 de bayoneta de resorte para un acoplamiento de conexión en una cavidad interior 358" para terminar una vez completamente acoplado en un montaje 1210 de junta de rótula esférica correspondiente del conector hembra 350".

La FIG. 12A ilustra un conector hembra 350" con la cavidad interior 358" que puede estar formada de manera que se reciba el tapón 1205 de bayoneta de resorte en el correspondiente montaje 1210 de junta de rótula esférica, como se muestra en la FIG. 12A. La FIG. 12C ilustra el acoplamiento de conexión entre los conectores hembra 350" y

macho 330" del subconjunto 300b de conectores. En consecuencia, los segmentos 110 de varilla pueden estar completamente montados en un único conjunto 100/100' de varillas una vez el collar metálico expansible 1205 de tapón de bayoneta de resorte está fijado firmemente en el montaje 1210 de junta de rótula esférica del conector hembra 350".

5 En consecuencia, el subconjunto adaptador 300b en las FIGURAS 12A, 12B y 12C ilustra un mecanismo de empuje a presión para conectar segmentos adyacentes 100 de varillas del conjunto 100/100' de varilla y puede reducir la probabilidad de adherencia que podría producirse utilizando el acoplamiento roscado como se muestra en las FIGURAS 2A, 2B y 7. Esto puede dar lugar a un montaje y/o desmontaje rápido de diversos segmentos 110 de varilla, sin la necesidad de romper, partir o cortar los segmentos 110, separándolos, por ejemplo.

10 Como se ha descrito anteriormente, cada uno de los segmentos 110 de varilla puede tener marcas o indicios de identificación en los mismos que identifican los contenidos que se encuentran en el interior de ese segmento particular 110 de varilla. De forma alternativa, las marcas de identificación pueden estar etiquetadas en los conjuntos recipientes 600/600' en un segmento dado 110 de varilla, por ejemplo.

15 En otro aspecto, la longitud del tornillo roscado de las secciones alargadas 338/338A/338B de las FIGURAS 8A-B y 9A-B en un adaptador macho 330 de tapón de cierre dado puede tener una longitud suficiente de forma que un segmento dado de varilla no pueda desenroscarse durante la operación de un reactor. Como ejemplo, la longitud del tornillo roscado de las secciones alargadas 338/338A/338B puede ser lo suficientemente larga de forma que no pueda separarse. Esto puede ayudar a garantizar que una longitud dada de la varilla no se desenroscaría durante la operación del reactor.

20 En un aspecto adicional, los adaptadores macho 330 y 330' de tapón de cierre, y/o el conector macho 330" pueden estar orientados en la misma dirección para una facilidad de la extracción de un segmento dado 110 de varilla. Por ejemplo, los segmentos 110 que tienen adaptadores macho 330, 330' y/o 330" de tapón de cierre pueden estar todos cargados y/o dispuestos en un conjunto dado 100/100' de varilla de forma que los adaptadores macho de tapón de cierre/conector 330, 330', 330" del segmento 110 se extiendan verticalmente hacia arriba hacia la parte superior del haz 10, para facilitar que sean agarrados por medio de una herramienta adecuada para la retirada, la instalación, por ejemplo. En el caso de que se deje caer el segmento 110 de varilla, caería con el lado que tiene el adaptador hembra 350, 350' y/o 350" de tapón de cierre hacia abajo, de forma que se reduzca la posibilidad de que el extremo macho se parta o se rompa.

30 En consecuencia, el conjunto ejemplar de varillas con múltiples segmentos de varilla conectados al mismo puede proporcionar una varilla de longitud completa o de longitud parcial. El conjunto 100 de varilla puede incluir subconjuntos adaptadores 300 que conectan segmentos adyacentes 110 de varilla en ubicaciones de los espaciadores 20, de forma que se eliminen las consecuencias del desgaste por rozamiento que predominan en la actualidad en las varillas de longitud completa y de longitud parcial de los conjuntos convencionales de combustible.

35 En un aspecto, el uso de múltiples segmentos 110 de varilla en un conjunto 100 o 100' de varilla de longitud completa o de longitud parcial puede permitir que se carguen múltiples blancos de irradiación en distintos segmentos y en distintas ubicaciones axiales del conjunto 100/100' de varilla. Esto puede permitir que se generen múltiples isótopos en cada haz de combustible de un reactor, en el supuesto caso de que el reactor esté configurado únicamente para generar isótopos y/o para generar isótopos y proporcionar una generación de energía, y también permite la capacidad de colocar blancos de irradiación en ubicaciones deseadas de flujo a lo largo de la longitud axial de la varilla en un haz dado de combustible.

40

REIVINDICACIONES

1. Un haz (10) de combustible para ser utilizado en un reactor nuclear que incluye:

5 un conjunto (100, 100') de varilla que comprende una pieza extrema superior (120) y una pieza extrema inferior (130), y una pluralidad de segmentos (110a, 110b) de varilla fijados entre las piezas extremas superior (120) e inferior (130) y entre sí por medio de puntos (115) de conexión, manteniéndose el conjunto (100, 100') de varilla en una relación separada de una o más varillas distintas del haz (10) de combustible por medio de una pluralidad de espaciadores (20) proporcionados en distintas ubicaciones axiales en el haz (10) de combustible y que definen pasos para un flujo de refrigerante del reactor entre las varillas en el haz (10) de combustible **caracterizado porque**

10 se proporcionan subconjuntos adaptadores (300) en puntos (115) de conexión a lo largo de la longitud axial del conjunto (100, 100') de varilla para interconectar segmentos adyacentes de varilla y cada espaciador (20) hace contacto con el conjunto (100, 100') de varilla únicamente en los subconjuntos adaptadores (300).
2. El haz de combustible de la reivindicación 1, en el que una porción de un espaciador dado (20) que hace contacto con el conjunto (100, 100') de varilla cubre sustancialmente el punto (115) de conexión entre segmentos adyacentes (100a, 100b) o entre un segmento dado (100a, 100b) de varilla y una de las piezas extremas superior (120) e inferior (130), de forma que se eliminen sustancialmente las consecuencias de un daño potencial al conjunto de varilla en el punto de contacto debido a un desgaste por rozamiento.
3. El haz de combustible de la reivindicación 1 o 2, en el que el subconjunto adaptador está implementado como un mecanismo de bloqueo por empuje a presión que comprende un conector macho (330") que se acopla a un conector hembra (350") correspondiente para conectar dos segmentos de varilla o un segmento de varilla con una de las piezas extremas superior e inferior.
4. El haz de combustible de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que:

25 al menos uno de los segmentos (110a, 110b) de varilla contiene al menos un blanco (620) de irradiación en el mismo para producir un isótopo deseado cuando un haz (10) de combustible que contiene al menos una varilla de múltiples segmentos es irradiada en un núcleo del reactor.
5. El haz de combustible de la reivindicación 4, en el que el al menos un segmento que contiene el al menos un blanco de irradiación no incluye ningún combustible nuclear, y uno o más segmentos de varilla distinta de la varilla de múltiples segmentos incluyen combustible nuclear.
6. El haz de combustible de la reivindicación 4 o 5, en el que

30 al menos uno de la pluralidad de segmentos (110a, 110b) de varilla incluye al menos un conjunto recipiente en el mismo, incluyendo el conjunto recipiente (600):

35 un recipiente (610) que tiene extremos primero y segundo (611, 612), incluyendo el recipiente al menos un blanco (620) de irradiación en el mismo, y un tapón terminal (630) fijado al al menos uno de los extremos primero y segundo (611, 612) para cerrar herméticamente el al menos un blanco (620) de irradiación dentro del recipiente.
7. El haz de combustible de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las longitudes de la pluralidad de segmentos (110a, 110b) de varilla, de la pieza extrema superior (120), de la pieza extrema inferior (130) y de los subconjuntos adaptadores (300) son variables.
8. El haz de combustible de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada uno de la pluralidad de segmentos (110a, 110b) tienen la misma longitud y cada uno de los subconjuntos adaptadores (300) tienen la misma longitud.

FIG. 1A
TÉCNICA CONVENCIONAL

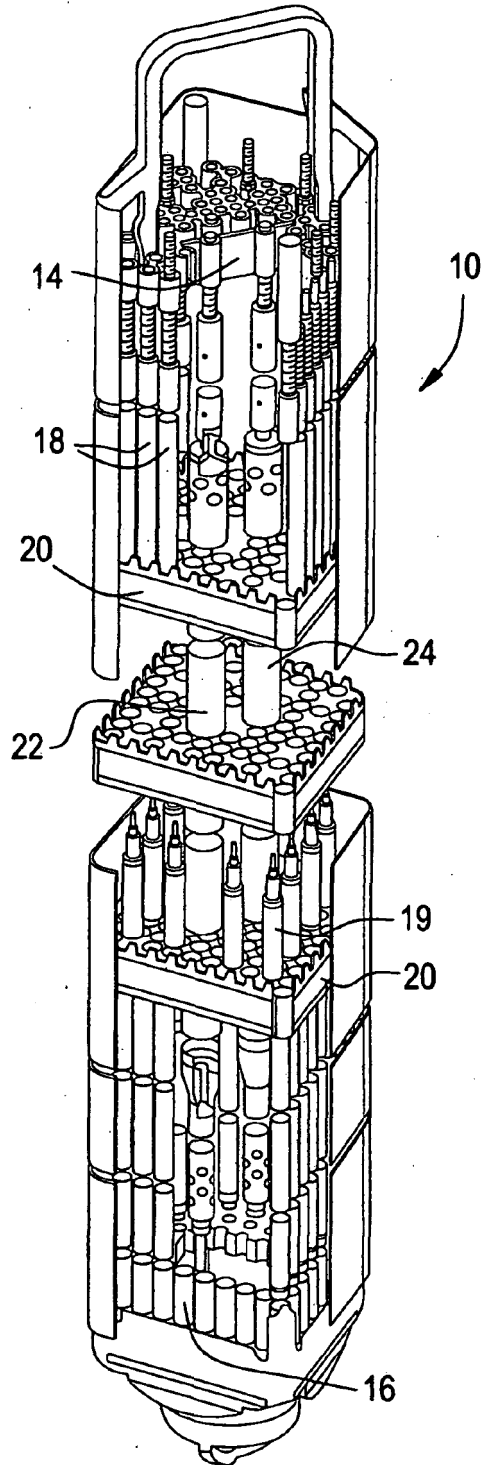


FIG. 1B
TÉCNICA CONVENCIONAL

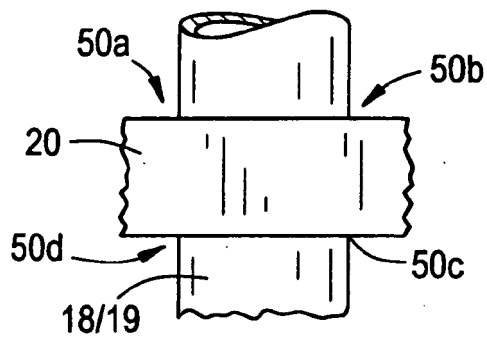


FIG. 1C
TÉCNICA CONVENCIONAL

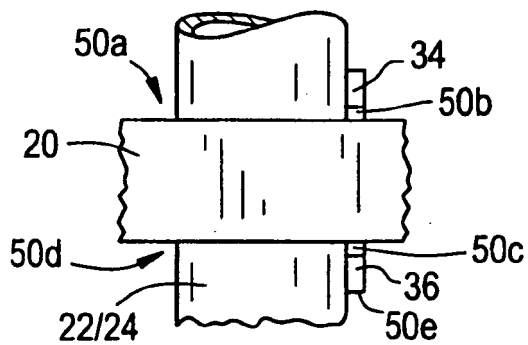


FIG. 2A

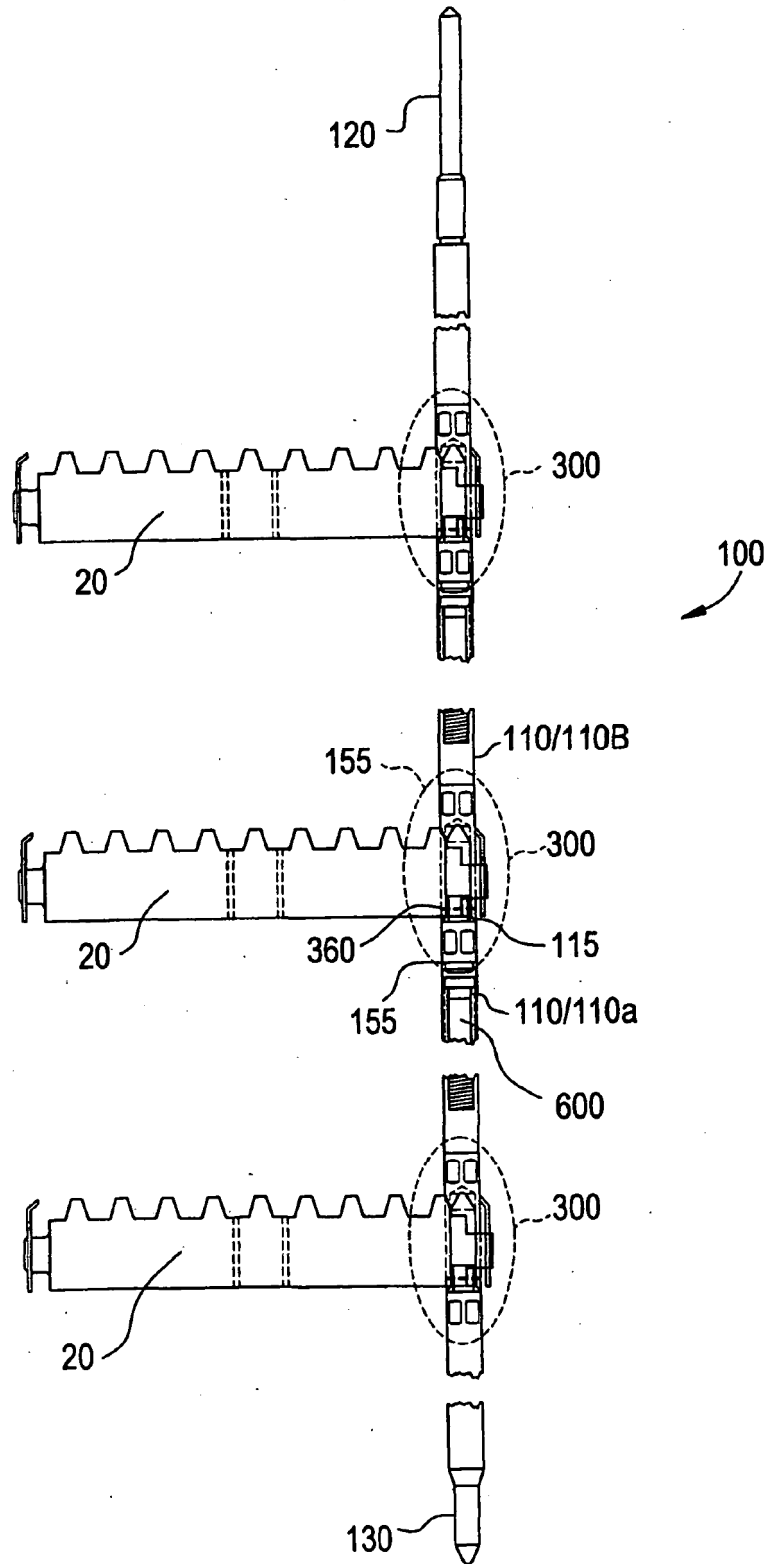


FIG. 2B

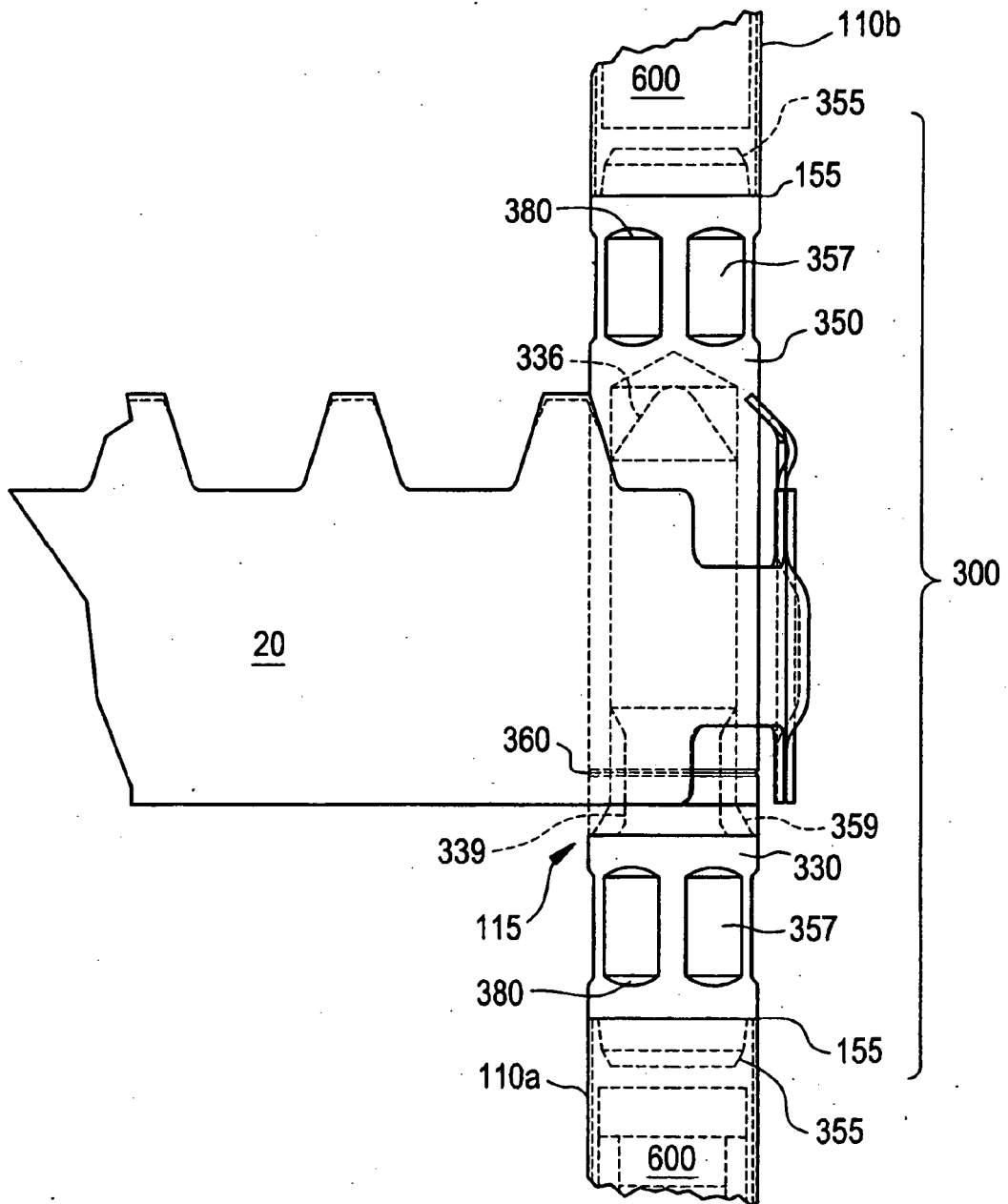


FIG. 3A

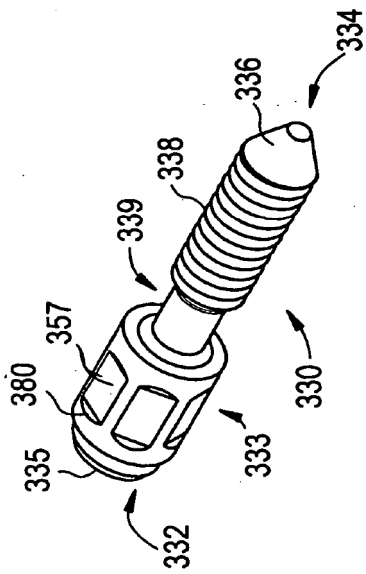


FIG. 3B

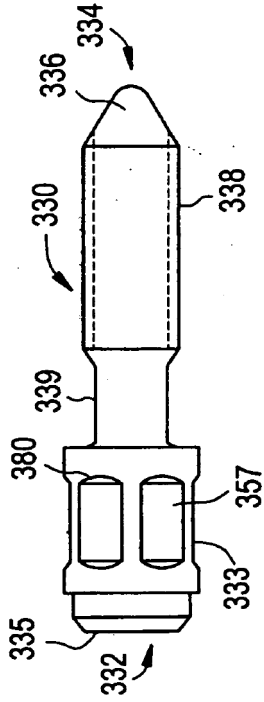


FIG. 4A

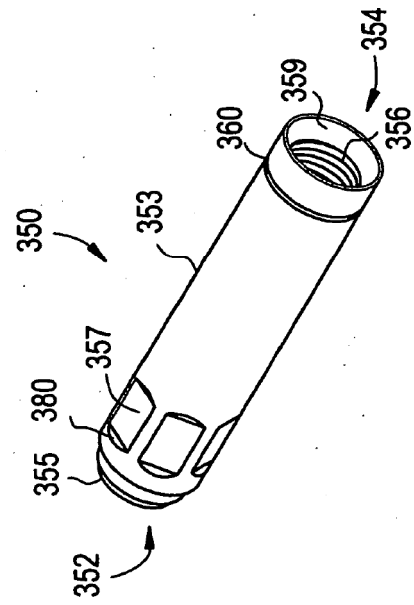


FIG. 4B

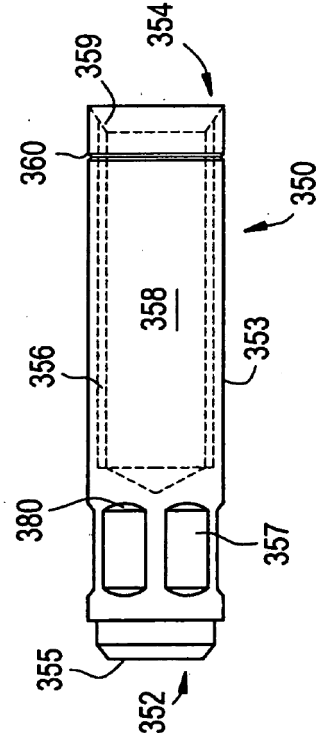


FIG. 5A

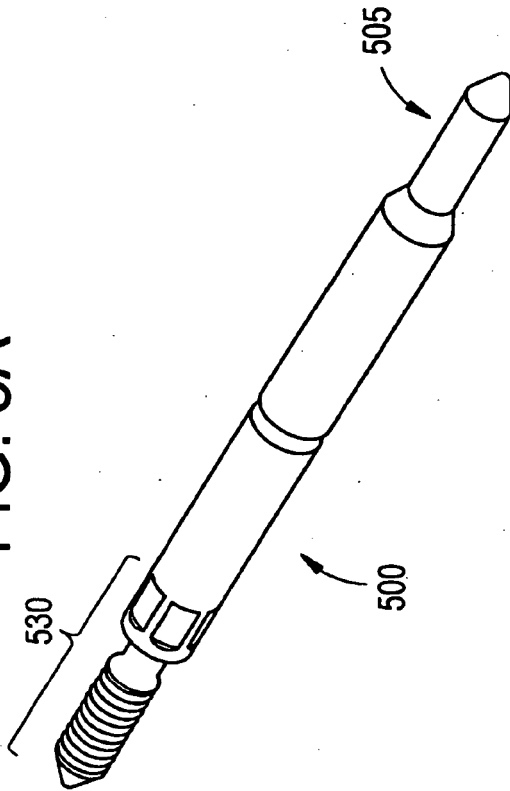
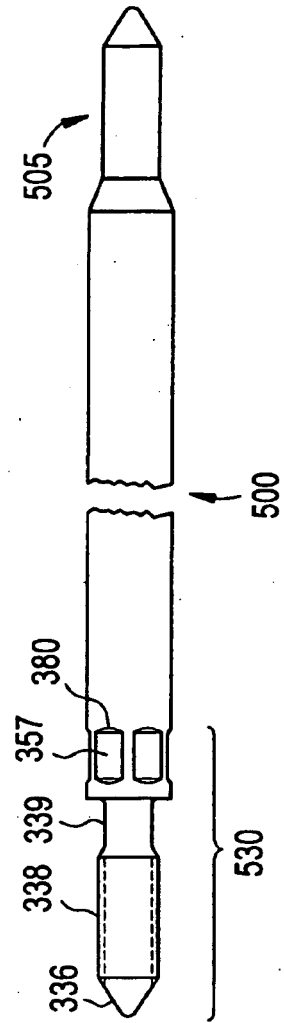


FIG. 5B



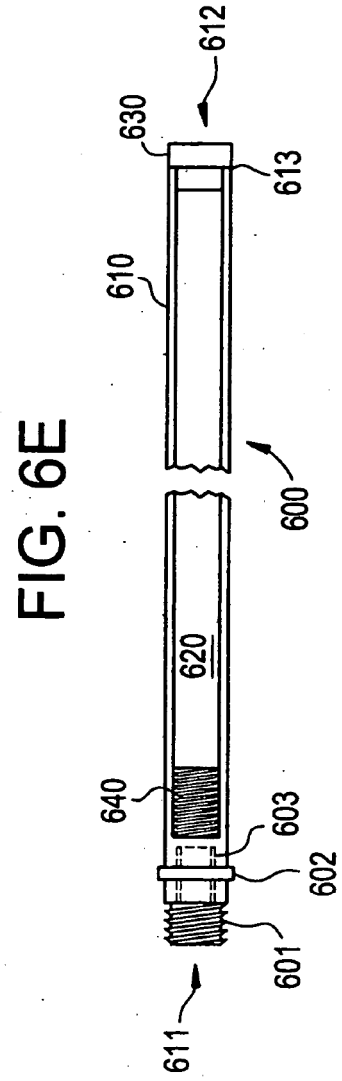
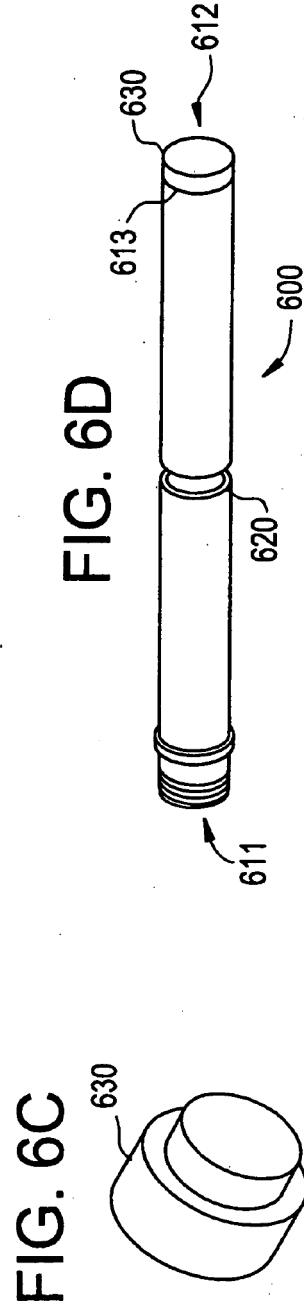
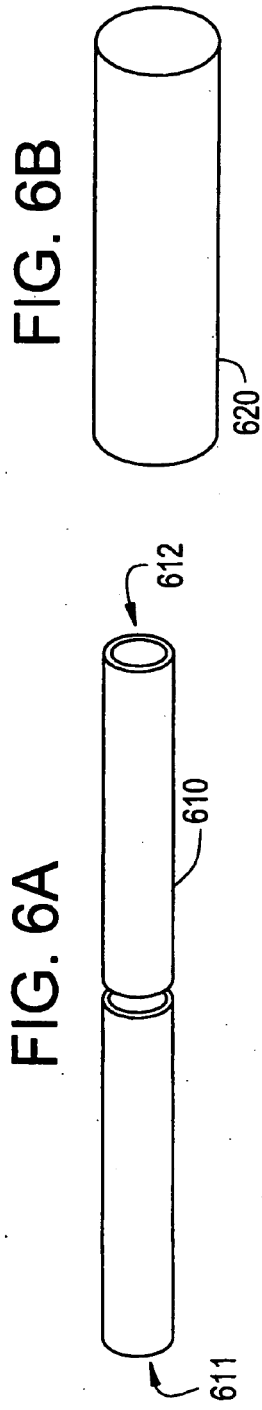


FIG. 7

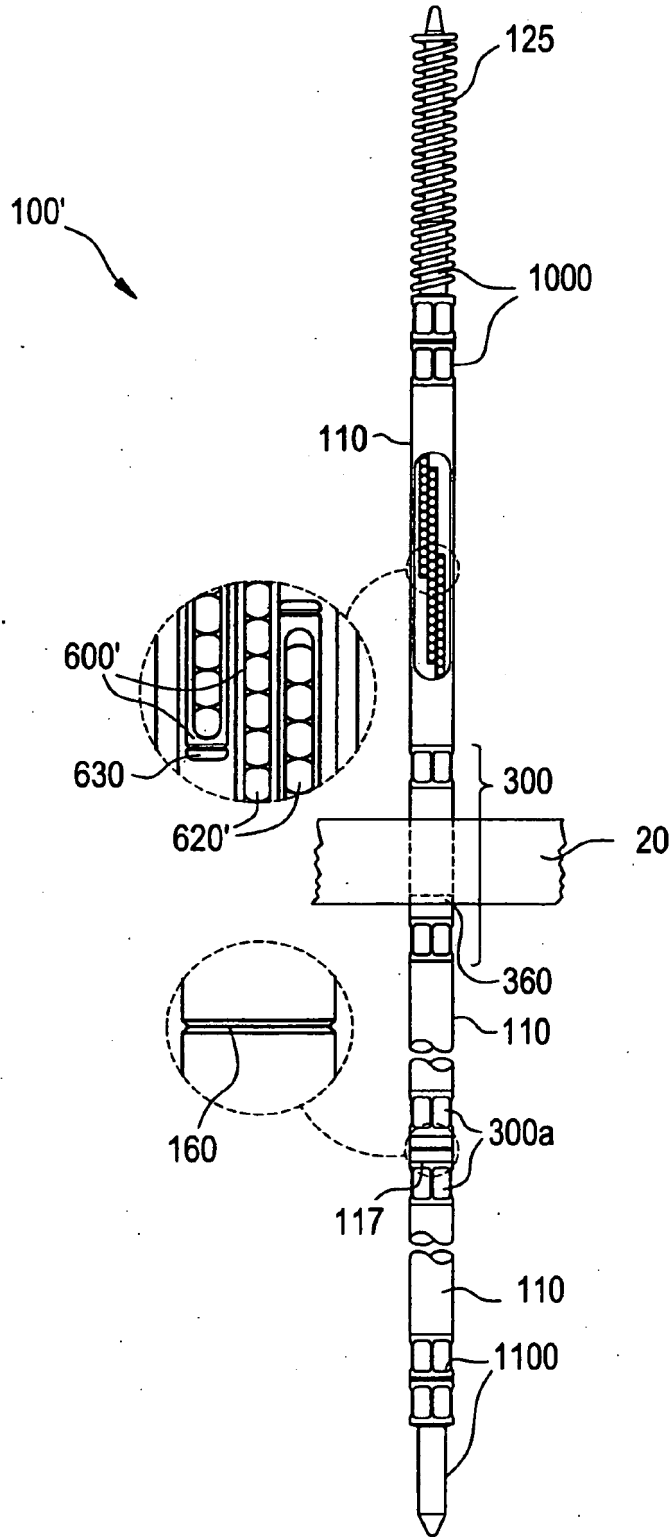


FIG. 8A

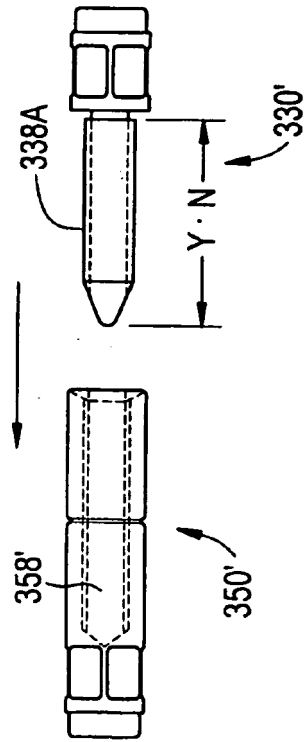


FIG. 8B

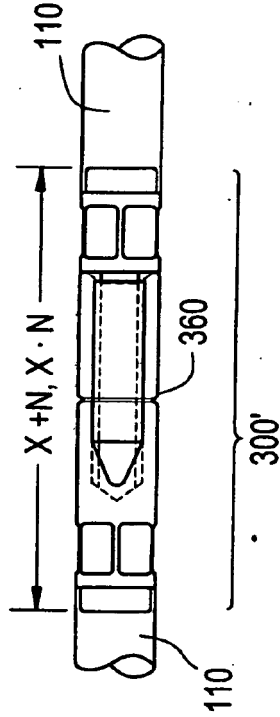


FIG. 9A

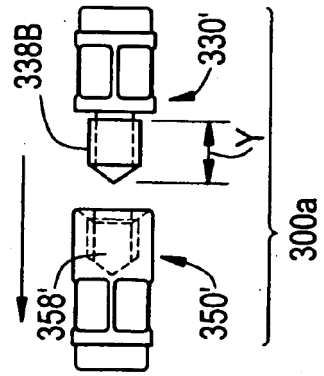


FIG. 9B

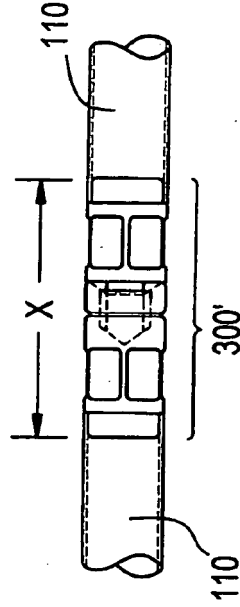


FIG. 10A

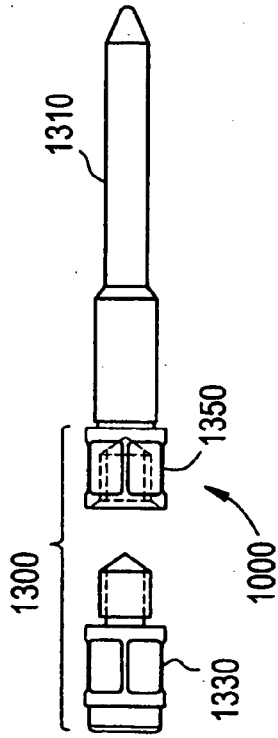


FIG. 10B

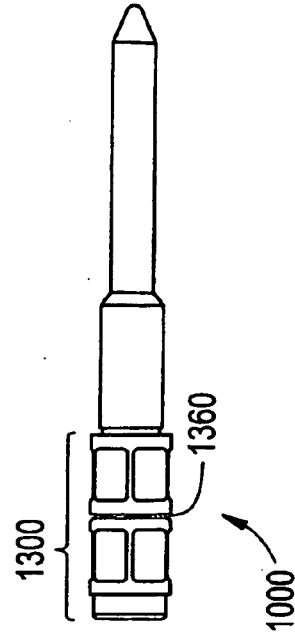


FIG. 11A

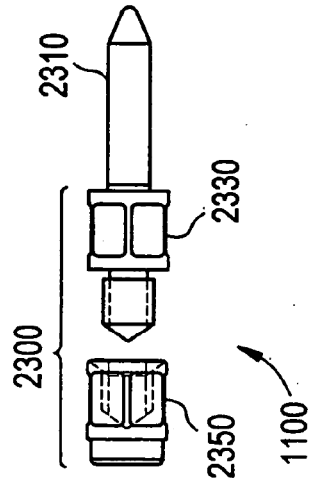


FIG. 11B

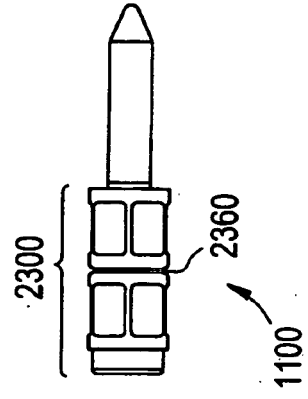


FIG. 12A

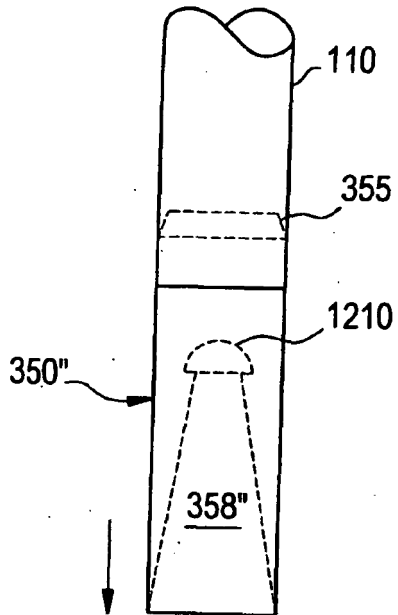


FIG. 12C

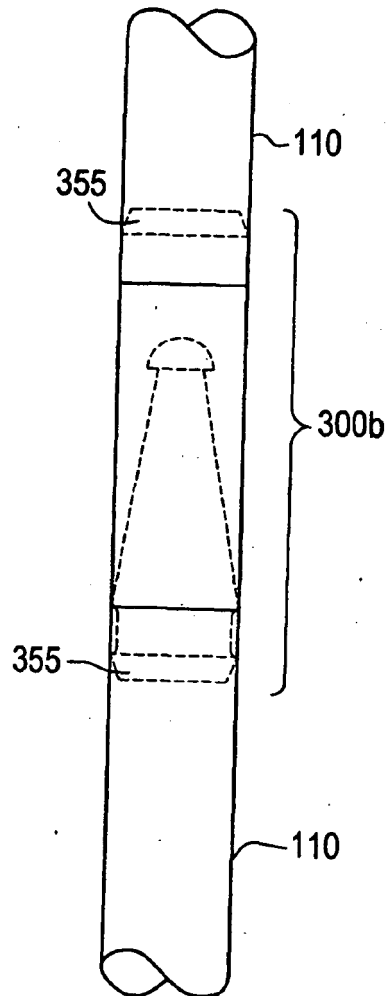


FIG. 12B

