

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 862**

51 Int. Cl.:

G21C 17/017 (2006.01)

G21C 13/036 (2006.01)

G21C 7/12 (2006.01)

G21C 13/067 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.05.2021 PCT/US2021/033934**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2021 WO21242704**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2021 E 21749741 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2024 EP 4139942**

54 Título: **Método para la instalación de un tubo de extensión en un reactor nuclear**

30 Prioridad:

26.05.2020 US 202016883339

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2025

73 Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.00%)

1000 Westinghouse Drive, Suite 141
Cranberry Township, PA 16066, US

72 Inventor/es:

BENACQUISTA, ERIC M. y
MASTOPIETRO, ANTHONY J.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 999 862 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

Método para la instalación de un tubo de extensión en un reactor nuclear

5

ANTECEDENTES

10 En un reactor nuclear, los manguitos térmicos cumplen cuatro propósitos. El manguito térmico protege la barra de accionamiento del conjunto de control del grupo de barras (RCCA) de los efectos del fluido presentes en la cámara de distribución del cabezal de la vasija del reactor (por ejemplo, flujo cruzado). El manguito térmico facilita la comunicación hidráulica (flujo al CRDM) durante la inserción del RCCA (caída de la barra de control). El manguito térmico proporciona alineación a la barra de control para la instalación del cabezal de la vasija. El manguito térmico también protege la penetración del cabezal y la carcasa del CRDM de los transitorios térmicos del refrigerante del reactor.

15

Los manguitos térmicos incluyen un diámetro exterior (OD) y un diámetro interior (ID) e incluyen bridas. Los manguitos térmicos están sometidos a desgaste en las bridas y en el diámetro exterior e interior. Se ha observado que los manguitos térmicos están sometidos a desgaste entre el cabezal superior y la carcasa de penetración CRDM en un reactor nuclear. Este desgaste se ha medido utilizando metrología láser para determinar la cantidad que ha "caído" un determinado manguito térmico.

20

El desgaste del OD/ID y de la brida del manguito térmico genera costos de mantenimiento recurrentes. El fallo del manguito térmico debido al desgaste del OD/ID requiere una reparación costosa antes de que sea posible restablecer la energía. Las predicciones de desgaste a través de los programas del Grupo de propietarios de reactores de agua presurizada (PWROG) se pueden utilizar para identificar qué manguitos necesitarán una intervención eventual. La eliminación proactiva de los manguitos térmicos puede eliminar o retrasar en gran medida futuras inspecciones de los manguitos térmicos para detectar cualquier tipo de desgaste.

25

30 Se ha desarrollado un método para retirar un manguito térmico desgastado y reemplazarlo por un "manguito térmico comprimible" temporal. El método no requiere la extracción del conjunto del motor CRDM del lado superior del cabezal del reactor.

30

Sin embargo, el método no aborda el mecanismo de fallo debido al desgaste del manguito térmico y la carcasa de penetración CRDM. Por lo tanto, es muy probable que incluso un manguito térmico comprimible continúe desgastándose junto con la carcasa de penetración CRDM.

35

En respuesta a la experiencia funcional del desgaste de los manguitos térmicos en diversas plantas nucleares, existe una clara necesidad de eliminar los manguitos térmicos utilizados en los reactores nucleares. Durante la inspección de reactores nucleares se han identificado desgastes en las bridas del manguito térmico y/o en el diámetro interior/exterior. Además, existe la necesidad de sustituir los manguitos térmicos por tubos de extensión fijados directamente a la carcasa de penetración CRDM del reactor nuclear. En consecuencia, existe una gran necesidad y repetida de reemplazo permanente del manguito térmico para eliminar la necesidad de múltiples y variadas inspecciones del manguito térmico a lo largo del tiempo.

40

45 El documento US 2019/252082 A1 divulga un método de técnica anterior para reemplazar un manguito térmico dañado en un adaptador de cabeza de la vasija de un reactor que conecta un mecanismo de accionamiento de barra de control a una cabeza de la vasija del reactor.

45

RESUMEN

50

En un aspecto, la presente descripción proporciona un método para instalar un tubo de extensión en un reactor nuclear que comprende una carcasa (CRDM) para un mecanismo de accionamiento de barra de control con una boquilla de penetración de cabeza roscada y un manguito térmico dispuesto en ésta. El método comprende retirar el manguito térmico de la boquilla de penetración de cabeza roscada y alinear el tubo de extensión con el extremo roscado de la boquilla de penetración del cabezal. El tubo de extensión comprende un extremo roscado y un extremo no roscado, siendo el extremo roscado dimensionado y configurado para acoplarse mediante rosca a la boquilla de penetración de cabeza roscada. El método comprende además enroscar el extremo roscado del tubo de extensión al extremo roscado de la boquilla de penetración de cabeza roscada, aplicar un par de apriete en el tubo de extensión al extremo roscado de la boquilla de penetración de cabeza roscada, calibrar la alineación del tubo de extensión con respecto a la boquilla de penetración de cabeza roscada, instalar cordones de soldadura de retención entre el tubo de extensión y el extremo roscado de la boquilla de penetración de cabeza roscada, e instalar un embudo de guiado en el extremo no roscado del tubo de extensión.

55

60

65 En un aspecto, la presente descripción proporciona un método para instalar un tubo de extensión en un reactor nuclear que comprende una carcasa para un mecanismo de accionamiento de barra de control

65

(CRDM) con una boquilla de penetración de cabeza sin rosca y un manguito térmico dispuesto en ésta. El método comprende retirar el manguito térmico de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca, mecanizar la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM, instalar y alinear un adaptador roscado al extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM, unir el adaptador roscado al extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM, mecanizar un orificio definido por la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM, mecanizar un orificio definido por el adaptador roscado, mecanizar un diámetro exterior de una junta entre el extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM y el adaptador roscado, instalar el tubo de extensión en el adaptador roscado, e instalar cordones de soldadura de retención entre el tubo de extensión y el adaptador roscado.

Además de lo anterior, varios otros aspectos del producto del método y/o sistema y/o programa se establecen y describen en las enseñanzas tales como texto (por ejemplo, reivindicaciones y/o descripción detallada) y/o dibujos de la presente descripción.

Lo anterior es un resumen y por lo tanto puede contener simplificaciones, generalizaciones, inclusiones y/o omisiones de detalles; en consecuencia, los expertos en la materia apreciarán que el resumen es sólo ilustrativo y NO pretende ser de ninguna manera limitativo. Otros aspectos, características y ventajas de los dispositivos y/o procesos y/o demás temas aquí descritos resultarán evidentes en las enseñanzas aquí expuestas.

En uno o más aspectos diversos, los sistemas relacionados incluyen, entre otros, circuitos y/o programación para efectuar los aspectos del método a los que se hace referencia en este documento; los circuitos y/o la programación pueden ser prácticamente cualquier combinación de hardware, software y/o firmware configurados para afectar los aspectos del método a los que se hace referencia en este documento dependiendo de las opciones de diseño del diseñador del sistema. Además de lo anterior, varios otros aspectos del método y/o sistema se establecen y describen en las enseñanzas tales como texto (por ejemplo, reivindicaciones y/o descripción detallada) y/o dibujos de la presente descripción.

Además, se entenderá que cualquiera o más de las siguientes formas, expresiones de formas y ejemplos, se pueden combinar con cualquiera o más de las siguientes formas, expresiones de formas y ejemplos descritos.

El resumen anterior es sólo ilustrativo y no pretende ser en ningún caso limitativo. Además de los aspectos, realizaciones y características ilustrativas descritas anteriormente, otros aspectos, realizaciones y características resultarán evidentes mediante referencia a los dibujos y la siguiente descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características novedosas de las formas descritas se exponen con particularidad en las reivindicaciones adjuntas. Las formas descritas, sin embargo, tanto en cuanto a organización como a métodos de funcionamiento, se podrán entender mejor con referencia a la siguiente descripción, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

La FIG.1 es una vista esquemática en sección transversal de una región superior de un reactor nuclear convencional, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.2 es una vista esquemática en sección transversal de una penetración de cabeza de la vasija de un reactor convencional que ilustra una carcasa CRDM, una boquilla de penetración de cabeza y un manguito térmico, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.3 es una vista en sección de un manguito térmico y una carcasa de CDRM en un estado sin desgaste, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.4 es una vista en sección de un manguito térmico y una carcasa de CDRM en una condición sensiblemente desgastada, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

FIG.5 una vista en sección de un manguito térmico y una carcasa de CDRM en un estado desgastado hasta el punto de separación del manguito térmico, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.6 ilustra un tubo de extensión que se puede instalar en un reactor nuclear en lugar de manguitos térmicos, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.7 ilustra un tubo de extensión que se puede instalar en el reactor nuclear en lugar de manguitos térmicos, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.8 es una vista esquemática en sección transversal de una región superior de un reactor nuclear convencional que ilustra un tramo de una cabeza de la vasija de reactor penetrado por una pluralidad de boquillas de penetración de cabeza que se extienden hacia abajo desde una carcasa CRDM, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

- La FIG.9 es una vista en sección del adaptador de penetración roscado mostrado en la FIG.8 acoplado entre el tubo de extensión y la boquilla de penetración con cabeza, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 5 La FIG.10 es una vista en sección de una boquilla de penetración con cabeza con el tubo de extensión, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.11 es una vista en sección de la boquilla de penetración con cabeza mostrada en la FIG.10 ubicada a través del cabezal de la vasija del reactor, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.12 es una vista en sección de la boquilla de penetración con cabeza mostrada en las FIGS.10 y 11 con un tubo de extensión unido a la misma, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 10 La FIG.13 es una vista en perspectiva de un manguito guía comprimible, que es recibido en el espacio definido por la boquilla de penetración con cabeza mostrada en la FIG.12, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.14 ilustra un tubo de extensión mostrado en las FIGS.8-10 y 12 con un embudo de guiado y un adaptador de penetración roscado, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 15 La FIG.15 es un proceso para retirar un manguito térmico mostrado en las FIGS.3-5 que necesita ser retirado, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.16 es un proceso para instalar un tubo de extensión roscado, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.17 ilustra un tubo de extensión que comprende un adaptador de penetración roscado alineado con una boquilla de penetración con cabeza roscada que se extiende a través de un cabezal de la vasija del reactor, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 20 La FIG.18 ilustra el tubo de extensión y la boquilla de penetración con cabeza roscada que se muestran en la FIG.17 acoplados mediante rosca, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.19 ilustra el apriete del tubo de extensión a la boquilla de penetración con cabeza mostrada en la FIG.18 utilizando una herramienta de torsión, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 25 La FIG.20 ilustra la aplicación de un par de apriete del tubo de extensión a la boquilla de penetración con cabeza mostrada en la FIG.18 utilizando una herramienta de par de apriete, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 30 La FIG.21 es una vista en sección de una configuración de prueba de calibración de alineación de tubo de extensión, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.22 es una vista en perspectiva de un calibre utilizado en el proceso de calibración de la configuración de prueba de calibración de alineación del tubo de extensión que se muestra en la FIG.21, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 35 La FIG.23 es una vista en sección de la alineación de una barra de accionamiento con respecto al tubo de extensión, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.24 ilustra cordones de soldadura de retención instalados entre el extremo roscado de la boquilla de penetración con cabeza mostrada en la FIG.18 y el adaptador de penetración roscado acoplado al tubo de extensión mediante una soldadura mostrada en la FIG.18, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 40 La FIG.25 ilustra secciones flexibles comprimibles de tres hojas del manguito guía comprimible que se muestra en la FIG.18 en una configuración comprimida para contraer las bridas de las secciones flexibles comprimibles a un tamaño adecuado para su introducción en el embudo de guiado, según al menos un aspecto de la presente descripción.
- 45 La FIG.26 ilustra una herramienta de compresión que puede emplearse para comprimir el manguito guía comprimible mostrado en la FIG.25 antes de insertar el manguito guía comprimible en la boquilla de guiado, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.27 ilustra el manguito guía comprimible mostrado en la FIG.25 en su configuración comprimida insertado a través de la boquilla de penetración con cabeza y el adaptador de cabeza CRDM, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 50 La FIG.28 ilustra las secciones flexibles comprimibles del manguito guía comprimible mostrado en la FIG.27 liberadas de manera que las bridas de las secciones flexibles comprimibles se acoplan al reborde del orificio avellanado definido dentro de la sección del adaptador de cabezal CRDM de la boquilla de penetración con cabeza, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 55 La FIG.29 ilustra el manguito guía comprimible mostrado en la FIG.28 en su estado final instalado, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.30 es una vista en sección del cabezal de la vasija del reactor que ilustra el tubo de extensión acoplado a la boquilla de penetración con cabeza instalada dentro del cabezal de la vasija del reactor, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 60 La FIG.31 es una vista detallada del tubo de extensión instalado que está acoplado a la boquilla de penetración de cabeza mostrada en la FIG.30 que muestra las soldaduras de retención del tubo de extensión, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- La FIG.32 es una vista en sección del tubo de extensión acoplado a la boquilla de penetración de cabeza instalada dentro del cabezal de la vasija del reactor mostrado en la FIG.31, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.
- 65

La FIG.33 es una vista en elevación del tubo de extensión acoplado a la boquilla de penetración con cabeza instalada dentro del cabezal de la vasija del reactor mostrado en la FIG.32, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

5 La FIG.34 ilustra una boquilla de penetración con cabeza con roscado que no se pueden utilizar debido al desgaste, daño o desajuste de tamaño, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.35 es una vista en sección de la boquilla de penetración con cabeza mostrada en la FIG.34, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.36 es un proceso para instalar un tubo de extensión en una carcasa CRDM sin rosca, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

10 La FIG.37 es una vista en sección de una carcasa CRDM sin rosca antes del mecanizado, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.38 es una vista en sección de la carcasa CRDM sin rosca que se muestra en la FIG.37 después del mecanizado, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

15 La FIG.39 es una vista detallada de la vista en sección de la carcasa CRDM sin rosca que se muestra en la FIG.38, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.40 ilustra un adaptador roscado que comprende roscas macho dimensionadas y configuradas para recibir roscas hembra del tubo de extensión mostrado en la FIG.14 y un extremo no roscado configurado para apoyarse en la cara del extremo mecanizado de la carcasa CRDM sin rosca mostrada en las FIGS.38-39, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

20 La FIG.41 ilustra un espacio definido entre la cara del extremo mecanizado de la carcasa CRDM sin rosca y el extremo sin rosca del adaptador roscado que se muestra en las FIGS.38-40, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.42 ilustra el adaptador roscado y la carcasa CRDM sin rosca que se muestran en la FIG.41 en una configuración unida, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

25 La FIG.43 ilustra orificios mecanizados definidos por la carcasa CRDM sin rosca y el adaptador roscado que se muestra en la FIG.42, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.44 ilustra un OD mecanizado/rectificado de la unión mostrada en las FIGS.42-43, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

30 La FIG.45 ilustra el adaptador roscado unido y la carcasa CRDM sin rosca que se muestran en las FIGS.38-44 instalados por debajo del cabezal de la vasija del reactor y listos para recibir el tubo de extensión, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.46 ilustra el adaptador roscado unido y la carcasa CRDM sin rosca que se muestran en las FIGS.38-45 instalados por debajo del cabezal de la vasija del reactor y listos para recibir el tubo de extensión, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

35 La FIG.47 ilustra el adaptador roscado del tubo de extensión instalado en el adaptador roscado unido a la carcasa CRDM sin rosca como se muestra en las FIGS.38-46 desde debajo del cabezal de la vasija del reactor, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

La FIG.48 ilustra cordones de soldadura de retención entre el adaptador roscado del tubo de extensión y el adaptador roscado de la carcasa CRDM sin rosca que se muestra en las FIGS.38-47, de acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción.

40

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 Esta solicitud está relacionada con PCT/US2020/019116, presentada el 20/02/2020, titulada DISPOSICIONES ANTI-ROTACIÓN PARA MANGUITOS TÉRMICOS.

50 Antes de explicar con detalle diversos aspectos de los métodos para retirar manguitos térmicos en reactores nucleares, o más particularmente, métodos para reemplazar los manguitos térmicos con tubos de extensión que se fijan directamente a las carcasas de penetración (CRDM) del mecanismo de accionamiento de la barra de control del reactor nuclear, debe destacarse que los aspectos ilustrativos no están limitados en su aplicación o uso a los detalles de construcción y disposición de las partes ilustradas en los dibujos y la descripción adjuntos. Los aspectos ilustrativos pueden implementarse o incorporarse en otros aspectos, variaciones y modificaciones, y pueden practicarse o llevarse a cabo de diversas maneras. Además, a menos que se indique lo contrario, los términos y expresiones utilizados en este documento se han elegido con el propósito de describir los aspectos ilustrativos para conveniencia del lector y no con fines limitativos.

55 Además, se entiende que cualquiera o más de las siguientes formas, expresiones de formas y ejemplos, se pueden combinar con cualquiera o más de las siguientes formas, expresiones de formas y ejemplos descritos.

60 En un aspecto, la presente descripción está dirigida, como se ha expuesto anteriormente, a métodos para eliminar manguitos térmicos en reactores nucleares. En otro aspecto, la presente descripción está dirigida a métodos para reemplazar los manguitos térmicos con tubos de extensión que se adhieren directamente a las carcasas de penetración CRDM del reactor nuclear. En un aspecto, el manguito térmico se puede retirar por debajo del cabezal de cierre de la vasija del reactor (RVCH) utilizando equipos y procesos existentes para la retirada de manguitos térmicos. Se instala un tubo de extensión, que se conecta directamente a la carcasa de

65

penetración del CRDM. De acuerdo con un aspecto, hay dos componentes principales necesarios para eliminar un manguito térmico. Primero está el tubo de extensión y segundo es el manguito guía superior. La finalidad del manguito guía superior es proporcionar la guía final para la barra de accionamiento dentro del CRDM a través de la placa de tope de cierre.

5

En términos generales, existen dos estilos de carcasas de penetración CRDM: roscadas y sin rosca. Las penetraciones roscadas tienen una rosca 8 UN-2A de 95,25 mm (3 3/4"). Las penetraciones sin rosca tienen un extremo tubular desnudo con radios tanto en el diámetro exterior como en el interior para enfrentar las transiciones.

10

Para penetraciones roscadas, un tubo de extensión puede estar fabricado con una longitud específica que establecería una altura de embudo a la misma altura que los manguitos térmicos existentes cuando se enrosca y se aprieta. Para penetraciones sin rosca, se puede soldar una boquilla de penetración a la penetración que luego proporcionaría la rosca macho adecuada para conectar el tubo de extensión.

15

Se ha diseñado un manguito guía compresible (CGS) especial para proporcionar las mismas funciones que el manguito guía en los reactores de agua presurizada RVCH y AP1000 de reemplazo, por ejemplo. El CGS se puede instalar desde debajo del RVCH, junto con el tubo de extensión. La presente descripción proporciona un proceso nuevo e innovador para modernizar un tubo de extensión en un RVCH en servicio.

20

Los manguitos térmicos que presentan desgaste en las bridas y/o en el ID/OD son candidatos adecuados para su eliminación y reemplazo con tubos de extensión para eliminar los costos de mantenimiento recurrentes y las averías que requieren reparaciones costosas antes de que sea posible un regreso de la energía. Las predicciones de desgaste a través de los programas PWROG se pueden utilizar para identificar qué manguitos térmicos necesitarán una eventual intervención. La eliminación proactiva combinada con una justificación de ingeniería puede eliminar o retrasar en gran medida futuras inspecciones de manguitos térmicos para muchos tipos de desgaste.

25

La FIG.1 es una vista esquemática en sección transversal de una región superior de un reactor nuclear convencional 2 que ilustra un tramo de una vasija del reactor 4 penetrado por una pluralidad de boquillas de penetración con cabeza 6 que se extienden hacia abajo desde una carcasa CRDM 8. La FIG.2 es una vista esquemática en sección transversal de una penetración con cabeza de la vasija de un reactor convencional que ilustra una carcasa CRDM 8, una boquilla de penetración con cabeza 6 y un manguito térmico 10. Continuando con la referencia a la FIG. 1, así como a la vista en sección de la FIG. 2, un manguito térmico 10 que incluye un embudo de guiado 12 está posicionado dentro de cada boquilla de penetración con cabeza 6 por debajo de cada carcasa CRDM 8 de modo que cada embudo de guiado 12 está posicionado directamente encima, y espaciado a una distancia de un correspondiente tubo guía 14 que se extiende desde una placa de soporte superior 16 dentro de la vasija del reactor 4. El manguito térmico 10 está alojado dentro de la boquilla de penetración con cabeza 6 dentro de la vasija del reactor 4 excepto dentro de la región 15 (FIG.2) donde el manguito térmico 10 está expuesto al refrigerante del reactor.

30

35

40

En la actualidad se cree es que el desgaste del manguito térmico 10 y de la boquilla de penetración con cabeza 6 en la región 13 ilustrada en las FIGS.1 y 2 resulta de la rotación del manguito térmico 10 dentro de la boquilla de penetración con cabeza 6 alrededor de un eje central 18 del manguito térmico 10. Se cree que los vórtices en el refrigerante del reactor que fluyen dentro de la vasija del reactor 4 entran en contacto con el manguito térmico 10 (es decir, en la región 15), haciendo que el manguito térmico 10 gire sobre su eje central 18 en relación con la boquilla de penetración del cabezal 6.

45

La presente descripción proporciona métodos para eliminar manguitos térmicos 10 en un reactor nuclear 2 y, más particularmente, métodos para reemplazar manguitos térmicos 10 en un reactor nuclear 2 con tubos de extensión unidos directamente a una carcasa de penetración CRDM 6 del reactor nuclear 2. Estos métodos satisfacen plenamente la fuerte y repetida necesidad de reemplazo permanente del manguito térmico 10 para eliminar la necesidad de múltiples y variadas inspecciones del manguito térmico 10 a lo largo del tiempo.

50

La FIG.3 es una vista en sección 100 de un manguito térmico 110 y una carcasa CDRM 108 en un estado sin desgaste. El manguito térmico 110 incluye una brida 112 que define un diámetro exterior 114 (OD) y un diámetro interior 116 (ID) que están sometidos a desgaste. El manguito térmico 110 está sometido a desgaste entre el cabezal superior y la carcasa de penetración CRDM 108 en un reactor nuclear.

55

La FIG.4 es una vista en sección 120 del manguito térmico 110 y la carcasa CDRM 108 en una condición sensiblemente desgastada. Como se ha expuesto anteriormente, el manguito térmico 110 muestra un desgaste sustancial en el resalte 112 y en el diámetro exterior 114 y el diámetro interior 116. Este desgaste puede manifestarse por una caída del manguito térmico 110.

60

La FIG.5 es una vista en sección 140 del manguito térmico 110 y la carcasa del CDRM en un estado desgastado hasta el punto de separación del manguito térmico 110. Como se muestra, el manguito térmico

65

110 ha desarrollado una rotura 118 que da como resultado la separación del manguito térmico 110. La vista en sección 140 también muestra un desgaste adicional del resalte 112, OD 114 y ID 116 en relación con la vista en sección 120 que se muestra en la FIG.4.

5 Con referencia a las FIGS. 1-5, los tubos de extensión se pueden adaptar a una variedad de cabezales de vasijas de reactor 4 (FIG.1) que actualmente tienen manguitos térmicos 10 (FIGS. 1-2), 110 (FIGS. 3-5) instalados. Los diseños típicos de penetración de CRDM tienen extremos "roscados" o "no roscados" que sobresalen a través del cabezal de la vasija del reactor 4. Con referencia también a la FIG.6, se muestra un tubo de extensión 200 que se puede instalar en el reactor nuclear 4 en lugar de los manguitos térmicos 10, 110. El tubo de extensión 200 comprende un cuerpo sensiblemente cilíndrico 202 y un extremo roscado 204 que sobresaldría a través del cabezal de la vasija del reactor 4 una vez instalado y se acoplaría mediante rosca a la boquilla de penetración roscada. La FIG.7 ilustra un tubo de extensión 240 que se puede instalar en el reactor nuclear 4 en lugar de los manguitos térmicos 10, 110. El tubo de extensión 240 comprende un cuerpo sensiblemente cilíndrico 242 y un extremo no roscado 244 que sobresaldría a través del cabezal de la vasija del reactor 4 una vez instalado y se acoplaría a una boquilla de penetración sin rosca mediante una soldadura adecuada, por ejemplo.

20 La FIG.8 es una vista esquemática en sección transversal de una región superior de un reactor nuclear convencional 302 que ilustra un tramo de una cabeza de vasija de reactor 304 penetrada por una pluralidad de boquillas de penetración con cabeza 306 que se extienden hacia abajo desde una carcasa CRDM 308. Un tubo de extensión 310 está acoplado al extremo distal 314 de la boquilla de penetración con cabeza 306. El extremo distal 316 del tubo de extensión incluye un embudo de guiado 312. Las boquillas de penetración con cabeza 306 incluyen un manguito guía comprimible 318. Un adaptador de penetración roscado 320 está acoplado entre el tubo de extensión 310 y la boquilla de penetración con cabeza 306. En un aspecto, el adaptador de penetración roscado 320 se emplea para boquillas de penetración sin rosca 306 con el fin de facilitar la instalación del tubo de extensión 310 en una boquilla de penetración con cabeza sin rosca 306. El adaptador de penetración roscado 320 está soldado al extremo de la boquilla de penetración con cabeza sin rosca 306. Los manguitos guía comprimibles 318 se describen con más detalle en la solicitud de patente de propiedad común número PCT/US2019/015797, presentada el 30/01/2019, titulada MANGUITO TÉRMICO.

30 La FIG.9 es una vista en sección del adaptador de penetración roscado 320 acoplado entre el tubo de extensión 310 y la boquilla de penetración con cabeza 306. El adaptador de penetración roscado 320 incluye un cuerpo 322 con un extremo superior adaptado y configurado para acoplarse al extremo no roscado de la boquilla de penetración con cabeza 306 y un extremo inferior adaptado y configurado para acoplarse al tubo de extensión 310. En un aspecto, el extremo superior del cuerpo 322 del adaptador de penetración roscado 320 puede estar soldado a la boquilla de penetración con cabeza sin rosca 306 en la conexión 324 y el extremo inferior del cuerpo del adaptador roscado 322 puede estar soldado al tubo de extensión 310 en la conexión 326. En un aspecto, la conexión 326 es una soldadura bimetálica en el tubo de extensión 310 para realizar la transición al acero. En varios aspectos, el adaptador de penetración roscado 320 puede incluir roscas para acoplarse mediante roscado a la boquilla de penetración de cabeza sin rosca 306 y/o al tubo de extensión 310, por ejemplo.

45 La FIG.10 es una vista en sección de una boquilla de penetración con cabeza 306 con el tubo de extensión 310. La boquilla de penetración con cabeza 306 se extiende hacia abajo desde una carcasa de cierre 336 y penetra en el cabezal de la vasija del reactor 304. La carcasa del cierre 336 contiene un motor CRDM 330 y un manguito guía comprimible 332. La carcasa del cierre 336 está acoplada a la boquilla de penetración con cabeza 306 a través de una soldadura bimetálica 334. La boquilla de penetración con cabeza 306 está acoplada a un tubo de extensión 310 dentro del cabezal de la vasija del reactor 304 a través de un adaptador de penetración roscado 320. El tubo de extensión 310 está acoplado a un embudo de guiado 312. Como se muestra en la FIG.10, el manguito térmico en la boquilla de penetración con cabeza 306 ha sido reemplazado por el tubo de extensión 310.

55 La FIG.11 es una vista en sección de la boquilla de penetración con cabeza 306 ubicada a través del cabezal de la vasija del reactor 304. El extremo de la boquilla de penetración con cabeza fuera del cabezal de la vasija del reactor 304 comprende un adaptador con cabezal CRDM 337. La boquilla de penetración con cabeza 306 define un espacio 338, que normalmente contiene un manguito térmico que no está.

60 La FIG.12 es una vista en sección de la boquilla de penetración con cabeza 306 con el tubo de extensión 310. La boquilla de penetración con cabeza 306 está acoplada al tubo de extensión 310 a través de un adaptador de penetración roscado opcional 320. El manguito guía comprimible 332, que se muestra en detalle en la FIG. 14, normalmente está contenido dentro de un espacio 340 definido por la boquilla de penetración con cabeza 306.

65 La FIG.13 es una vista en perspectiva de un manguito guía comprimible 332, que es recibido en el espacio 340 definido por la boquilla de penetración con cabeza 306, como se muestra en la FIG.12. El manguito guía comprimible 332 comprende una sección flexible comprimible de tres hojas 342 para lograr compresibilidad y

rigidez. En diversos aspectos, el manguito guía comprimible puede comprender al menos dos y más de tres manguitos comprimibles. Cada una de las secciones flexibles comprimibles de la hoja 342 incluye una brida 344 que está posicionada dentro de la carcasa CRDM 308. El manguito guía comprimible 332 se instala en la penetración del CRDM para facilitar la guía de la barra de accionamiento hacia el interior de la carcasa de cierre 336 (FIG. 10). El extremo inferior del manguito guía comprimible 332 comprende una característica de alineación 346. Las modificaciones de eliminación de manguito térmico existentes en los nuevos RVCH emplean un manguito guía más pequeño similar a un manguito térmico truncado. La finalidad del manguito guía es proporcionar orientación para la barra de accionamiento dentro del conjunto de cierre CRDM. El manguito guía comprimible 332 cumple la misma función que el manguito guía y se instala desde debajo del cabezal de la vasija del reactor 304 (FIGS. 8-12), después de que el tubo de extensión 310 se ha fijado a la boquilla de penetración con cabeza 306. Si bien el diseño del manguito guía comprimible 332 permite que sea lo suficientemente flexible para ser instalado a través de la penetración CRDM, también es lo suficientemente rígido como para requerir un accesorio especializado para comprimir el manguito guía comprimible 332 antes de la instalación. Esta rigidez es suficiente para permanecer en su lugar durante todas las condiciones básicas de diseño de una planta nuclear.

Todo el proceso de instalación del tubo de extensión 310 se realiza bajo del RVCH y no requiere modificaciones ni extracciones del CRDM ni tampoco modificaciones en los componentes internos superiores. Los procesos de instalación debajo del cabezal son conocidos y han sido desarrollados por el titular de la presente aplicación. La sustitución del manguito térmico por todo el tubo de extensión 310 elimina todo desgaste futuro del manguito térmico en la ubicación de instalación. El tubo de extensión 310 no requiere inspecciones de desgaste durante su vida útil.

La FIG.14 ilustra un tubo de extensión 310 con un embudo de guiado 312 y un adaptador de penetración roscado 320. En un aspecto, el embudo de guiado 312 es plegable y está configurado para fallar antes de que pueda ocurrir CRDM o daño al combustible en caso de desalineación durante la instalación del cabezal. En un aspecto, el adaptador de penetración roscado 320 incluye un extremo roscado con roscas hembra 348 para acoplarse mediante rosca a las roscas macho 349 (FIG. 17) de la boquilla de penetración con cabeza 306 (FIGS. 8-13). Durante el proceso de sustitución del manguito térmico, se proporcionan cordones de soldadura de retención 352 entre el adaptador de penetración roscado 320 y la boquilla de penetración con cabeza 306 para estabilizar la conexión. El adaptador de penetración roscado 320 está acoplado al tubo de extensión 310 mediante una soldadura 354. El tubo de extensión 310 está acoplado al embudo de guiado 312 mediante cordones de soldadura de retención 356.

La FIG.15 es un proceso 400 para retirar un manguito térmico que necesita ser retirado. A continuación, se describirá el proceso 400 con referencia a las FIGS.1-5 y 15. El manguito térmico 10 (FIGS. 1-2), 110 (FIGS. 3-5) que necesita ser retirado se identifica con 402. El ID del manguito térmico 10, 110 se agita y se limpia 404. El cabezal de mecanizado por descarga eléctrica (EDM) se instala 406 en una sección del manguito térmico 10, 110 y se realiza una serie de cortes. Una vez completada la serie de cortes, se retira 408 el manguito térmico 10, 110 y se limpia e inspecciona 410 la boquilla de penetración con cabeza 306. La retirada del manguito térmico 10, 110 ahora está completa 412.

La FIG.16 es un proceso 440 para instalar un tubo de extensión roscado. A continuación, se describirá el proceso 400 con referencia a las FIGS. 1-5, 8-14 y 16. Una vez retirado 442 el manguito térmico 10, 110 se instala 444 el tubo de extensión roscado 310. El tubo de extensión 310 se aprieta por torsión 446 a la boquilla de penetración con cabeza 306 utilizando una herramienta de torsión. La alineación del tubo de extensión 310 se calibra 448. Se instalan 450 los cordones de soldadura de retención 352. Se instala 452 un manguito guía comprimible 332 y finalmente se calibra 454 la alineación del tubo de extensión 310. La instalación ahora está completa y el tubo de extensión 310 está en su disposición final instalada 456. A continuación, se describirán con más detalle los detalles del proceso de instalación 440 del tubo de extensión.

Siguiendo con referencia a las FIG.16, FIGS.17 y 18 ilustran la etapa del proceso de instalación 444 del tubo de extensión roscado 310. Como se muestra en la FIG.17, el tubo de extensión 310 que comprende un adaptador de penetración roscado 320 está alineado con una boquilla de penetración con cabeza roscada 306 que se extiende a través del cabezal de la vasija del reactor 304. La boquilla de penetración de cabeza roscada 306 comprende un extremo roscado 307 con roscas macho 349 configuradas para acoplarse de forma roscada a las roscas hembra 348 del extremo roscado del adaptador de penetración roscado 320. Tal como se la expuesto anteriormente, el adaptador de penetración roscado 320 está acoplado al tubo de extensión 310 mediante una soldadura 354. Como se muestra en la FIG.18, las roscas hembra 348 del extremo roscado del adaptador de penetración roscado 320 están acopladas mediante rosca a las roscas macho 349 del extremo roscado 307 de la boquilla de penetración con cabeza roscada 306.

Siguiendo con referencia a las FIGS. 16-18, las FIGS. 19 y 20 ilustran la aplicación del par de apriete 446 del tubo de extensión 310 a la boquilla de penetración con cabeza 306 utilizando una herramienta de torsión 350.

5 Siguiendo con referencia a las FIGS.16-20, las FIGS. 21-23 ilustran el proceso de calibración 448 de la alineación del tubo de extensión 310 después de que se ha apretado correctamente 446 a la boquilla de penetración con cabeza 306, donde la FIG.21 es una vista en sección 520 de un ensayo de calibración de la alineación del tubo de extensión 310, la FIG.22 es una vista en perspectiva de un calibre 522 utilizado en el proceso de calibración 448, y la FIG.23 es una vista en sección de la alineación de una barra de accionamiento 530 con relación al tubo de extensión 310. El calibre 522 se inserta en el embudo de guiado 312, a través del tubo de extensión 310, la boquilla de penetración con cabeza 306 y dentro de la carcasa CRDM 308. El calibre 522 se gira para encajar en el embudo de guiado 312. La alineación del tubo de extensión 310 se mide en relación con una línea central nominal con un desplazamiento máximo permitido desde la línea central nominal. El dato A se mide en un punto a lo largo del tubo de extensión 310 y en un primer desplazamiento radial 524 que se extiende radialmente desde el calibre 522 ubicado en el extremo del tubo de extensión 310 cerca del tubo guía 312, un segundo desplazamiento radial 526 ubicado dentro de la boquilla de penetración con cabeza 306 justo afuera del cabezal de la vasija del reactor 304, y un tercer desplazamiento radial 528 ubicado dentro de la carcasa del CRDM 308. La cantidad de desviación con respecto al dato A se determina en cada ubicación de desplazamiento radial 524, 256, 528. En la FIG.23, se muestra la alineación de una barra de accionamiento 532 con relación a la entrada del embudo de guiado 312.

20 Una vez calibrada 448 la alineación del tubo de extensión 310, se instalan 450 los cordones de soldadura de retención 352. Siguiendo con referencia a las FIGS. 16-23, la FIG.24 ilustra los cordones de soldadura de retención 352 instalados 450 entre el extremo roscado 307 de la boquilla de penetración con cabeza 306 y el adaptador de penetración roscado 320 acoplado al tubo de extensión 310 mediante una soldadura 354.

25 Después de la instalación 450 de los cordones de soldadura de retención 352, se instala 452 el manguito guía comprimible 332. Siguiendo con referencia a las FIGS. 16-24, las FIGS. 25-29 ilustran el proceso de instalación 452 del manguito guía comprimible 332. Como se muestra en la FIG.25, las secciones flexibles comprimibles de tres hojas 342 del manguito guía comprimible 332 se comprimen para contraer las bridas 344 de las secciones flexibles comprimibles 342 a un tamaño adecuado para introducir las en el embudo de guiado 312. La FIG.26 ilustra una herramienta de compresión 536 que puede emplearse para comprimir el manguito guía comprimible 332 antes de insertar el manguito guía comprimible 332 en la boquilla guía 312. La FIG.27 ilustra el manguito guía comprimible 332 en su configuración comprimida insertado a través de la boquilla de penetración con cabeza 306 y el adaptador de cabeza CRDM 337 de manera que las bridas 344 de las secciones flexibles comprimibles 342 están posicionados justo encima de un reborde de avellanado 536 definido dentro de la sección del adaptador con cabeza CRDM 337 de la boquilla de penetración con cabeza 306. En la FIG.28, las secciones flexibles comprimibles 342 del manguito guía comprimible 332 se liberan de manera que las bridas 344 de las secciones flexibles comprimibles 342 se acoplan al reborde de avellanado 536 definido dentro de la sección del adaptador de cabezal CRDM 337 de la boquilla de penetración con cabeza 306. El reborde de avellanado 534 retiene el manguito guía comprimible 332 dentro de la sección del adaptador de cabezal CRDM 337 de la boquilla de penetración con cabeza 306. La FIG.29 ilustra el manguito guía comprimible 332 en su estado final instalado. Ahora se puede realizar una calibración final 454 del tubo de extensión 310.

45 Siguiendo con referencia a las FIGS. 16-29, las FIGS. 30-33 ilustran la disposición final instalada 456 del tubo de extensión 310. La FIG.30 es una vista en sección del cabezal de la vasija del reactor 304 que ilustra el tubo de extensión 310 acoplado a la boquilla de penetración con cabeza 306 instalada dentro del cabezal de la vasija del reactor 304. La FIG. 31 es una vista detallada del tubo de extensión instalado 310 acoplado a la boquilla de penetración con cabeza 306 que muestra las soldaduras de retención del tubo de extensión 352. La FIG. 32 es una vista en sección del tubo de extensión 310 acoplado a la boquilla de penetración con cabeza 306 instalada dentro del cabezal de la vasija del reactor 304. La FIG. 33 es una vista en alzado del tubo de extensión 310 acoplado a la boquilla de penetración con cabeza 306 instalada dentro del cabezal de la vasija del reactor 304.

55 La FIG. 34 ilustra una boquilla de penetración con cabeza 306 con roscas 552 que no se pueden utilizar debido al desgaste, daños o desajuste en su tamaño. La FIG. 35 es una vista en sección de la boquilla de penetración con cabeza 306 mostrada en la FIG. 34. Con referencia ahora a las FIGS.17, 34 y 35, si las roscas macho 349 en el extremo roscado 307 de la boquilla de penetración con cabeza CRDM 306 no se pueden utilizar, debido al desgaste, daño o desajuste en su tamaño, en un aspecto, se puede emplear un adaptador roscado 550 como eventualidad. El adaptador roscado 550 está soldado 554 por debajo de las roscas macho 349 de la boquilla de penetración con cabezal 310. El adaptador roscado 550 incluye roscas macho 552 adecuadas para acoplar mediante roscado la rosca hembra 348 en el adaptador roscado 320 del tubo de extensión 310.

65 La instalación de un tubo de extensión 310 en el campo se vuelve más complicada en plantas nucleares sin carcasas CRDM que comprendan boquillas de penetración con cabeza roscada 306. Se requeriría mecanizado de campo adicional para preparar la carcasa CRDM sin rosca para la soldadura, así como para realizar la limpieza posterior a la soldadura. El diseño del tubo de extensión 310 sigue siendo común entre las

carcasas CRDM roscadas y sin rosca. A continuación, se describe un proceso para instalar un tubo de extensión 310 en una carcasa CRDM sin rosca.

5 La FIG.36 es un proceso 600 para instalar un tubo de extensión en una carcasa CRDM sin rosca. Con referencia también a las FIGS. 37-39, el proceso 600 comienza con el mecanizado 602 de una carcasa CRDM sin rosca 650. En otras palabras, la carcasa CRDM 650 no incluye una boquilla de penetración con cabeza roscada con un extremo roscado 307 con roscas macho 349 como se describe con referencia a las FIGS.3-35. La FIG.37 es una vista en sección de una carcasa CRDM sin rosca 650 antes del mecanizado. La etapa de mecanizado 602 implica preparar la cara 652 (FIG. 37, pre-mecanizada) de la geometría de la carcasa CRDM sin rosca 650 para la soldadura a máquina y retroceder el orificio ID 654 de la carcasa CRDM sin rosca 650. La FIG.38 es una vista en sección de la carcasa CRDM sin rosca 650 después del mecanizado 602. La FIG.39 es una vista detallada de la vista en sección de la carcasa CRDM sin rosca que se muestra en la FIG.38. Como se muestra en las FIGS.38 y 39, la cara 656 (post-mecanizada) de la carcasa CRDM sin rosca 650 se mecaniza hacia atrás para eliminar los radios e instalar la soldadura de preparación. La FIG.39 muestra una vista detallada de la cara mecanizada 656 de la carcasa CRDM sin rosca 650.

20 La FIG.41 ilustra un espacio 668 definido entre la cara del extremo mecanizado 656 de la carcasa CRDM sin rosca 650 y el extremo no roscado 654 del adaptador roscado 660. Con referencia continua a las FIGS. 36-39 y con referencia también a las FIGS. 14 y 40-41, la siguiente etapa en el proceso 600 es instalar y alinear 604 un adaptador roscado 660 a la carcasa CRDM sin rosca mecanizada 650. Como se muestra en la FIG. 40, el adaptador roscado 660 comprende roscas macho 662 dimensionadas y configuradas para recibir las roscas hembra 348 del tubo de extensión 310 (véase la FIG. 14, por ejemplo) y un extremo no roscado 664 está configurado para apoyarse en la cara del extremo mecanizado 656 de la carcasa CRDM sin rosca 650. El adaptador roscado 660 también define un orificio 670. Como se muestra en la FIG.41, se define un espacio 668 entre la cara del extremo mecanizado 656 de la carcasa CRDM sin rosca 650 y el extremo no roscado del adaptador roscado 660.

30 La FIG.42 ilustra el adaptador roscado 660 unido a la carcasa CRDM sin rosca 650. Con referencia continua a las FIGS. 36-41, y con referencia también a la FIG.42, la siguiente etapa en el proceso 600 es unir 606 el adaptador roscado 660 a la carcasa CRDM sin rosca 650. En un aspecto, el adaptador roscado 660 se une 606 a la carcasa CRDM mediante una técnica de soldadura por penetración para formar una unión 672. En un aspecto, el adaptador roscado 660 puede unirse 606 a la carcasa CRDM sin rosca 650 mediante una soldadura de penetración completa que une 606 el adaptador roscado 660 a la carcasa CRDM sin rosca 650 sin espacios entre el material de relleno y las raíces de la unión 672. En un aspecto, el adaptador roscado 660 puede soldarse a la carcasa CRDM sin rosca 650 y esto se puede realizar utilizando un cabezal de soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW) semiautomático especializado, por ejemplo.

40 La FIG.43 ilustra orificios mecanizados 654, 670 definidos por la carcasa CRDM sin rosca y el adaptador roscado. Con referencia continua a las FIGS. 36-42, y con referencia también a la FIG.43, la siguiente etapa en el proceso 600 es mecanizar 608 el orificio 670 definido por el adaptador roscado 660 y/o el orificio 654 definido por la carcasa CRDM sin rosca 650. Esta etapa elimina un anillo de respaldo/anillo de alineación integral.

45 La FIG.44 ilustra un OD 674 mecanizado/rectificado de la junta 672. Continuando con la referencia a las FIGS. 36-43, y con referencia también a la FIG.44, la siguiente etapa en el proceso 600 es mecanizar/rectificar 610 el OD 674 de la junta 672, tal como la tapa de soldadura de penetración, para inspecciones. Las FIGS.45 y 46 muestran el adaptador roscado 660 unido a la carcasa CRDM sin rosca 650 instalado por debajo del cabezal de la vasija del reactor 304 y listo para recibir el tubo de extensión 310.

50 La FIG.47 ilustra el adaptador roscado 320 del tubo de extensión 310 instalado en el adaptador roscado unido a la carcasa CRDM sin rosca desde abajo del cabezal de la vasija del reactor 304. Con referencia continua a las FIGS. 36-46, y con referencia también a las FIGS. 14 y 47, la siguiente etapa en el proceso 600 es instalar el adaptador roscado 320 del tubo de extensión 310 en el adaptador roscado 660 unido a la carcasa CRDM sin rosca desde abajo del cabezal de la vasija del reactor 304. Esta etapa incluye enroscar y aplicar un par de apriete en el tubo de extensión 310 al adaptador roscado 660 de manera similar a la descrita anteriormente con referencia a 17-20.

60 La FIG.48 ilustra los cordones de soldadura de retención 674 entre el adaptador roscado 320 del tubo de extensión 310 y el adaptador roscado 660 de la carcasa CRDM sin rosca 650. Continuando con referencia a las FIGS. 36-47, y con referencia también a las FIGS. 14 y 48, la siguiente etapa en el proceso 600 es instalar 614 cordones de soldadura de retención 674. El proceso 600 puede comprender la instalación de un embudo de guiado 312 tal como se ha descrito anteriormente con referencia a 8-14, por ejemplo. El proceso 600 puede comprender además calibrar la alineación del tubo de extensión utilizando el mismo proceso descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 21-23, por ejemplo. El proceso 600 puede comprender además la instalación de un manguito guía comprimible 332 utilizando el mismo proceso descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 25-29, por ejemplo.

Aunque ciertos aspectos se han ilustrado y descrito aquí con fines descriptivos, una amplia variedad de aspectos o implementaciones alternativos y/o equivalentes calculados para lograr los mismos fines pueden ser sustituidos para los aspectos mostrados y descritos sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones. Esta solicitud tiene por objeto cubrir cualquier adaptación o variación de las realizaciones expuestas en esta memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un método para instalar un tubo de extensión (310) en un reactor nuclear (2) que comprende un mecanismo de accionamiento de barra de control, CRDM, una carcasa (8) con una boquilla de penetración de cabeza roscada (306) y un manguito térmico (10) dispuesto en ésta, comprendiendo el método:
- 5 retirar el manguito térmico (10) de la boquilla de penetración de cabeza roscada (306);
 alinear un tubo de extensión (310) con un extremo roscado (307) de la boquilla de penetración de cabeza roscada (306), comprendiendo el tubo de extensión un extremo roscado (348) y un extremo no roscado, estando el extremo roscado (348) dimensionado y configurado para acoplarse mediante rosca a la boquilla de penetración de cabeza roscada (306);
 10 enroscar el extremo roscado (348) del tubo de extensión (310) al extremo roscado (307) de la boquilla de penetración de cabeza roscada (306);
 aplicar un par de apriete en el tubo de extensión (310) al extremo roscado (307) de la boquilla de penetración de cabeza roscada (306);
 15 calibrar la alineación del tubo de extensión (310) con respecto a la boquilla de penetración de cabeza roscada (306);
 instalar cordones de soldadura de retención (352) entre el tubo de extensión (310) y el extremo roscado (307) de la boquilla de penetración de cabeza roscada (306); y
 20 instalar un embudo de guiado (312) en el extremo no roscado del tubo de extensión (310).
2. El método de la reivindicación 1, que comprende instalar un manguito guía comprimible (332) en la carcasa CRDM (8).
3. El método de la reivindicación 2, en el que la instalación del manguito guía comprimible (332) en la carcasa CRDM (8) comprende:
- 25 comprimir el manguito guía comprimible (332);
 insertar el manguito guía comprimible (332) comprimido en el embudo de guiado, a través del tubo de extensión, la boquilla de penetración de la cabeza roscada (306), y la carcasa CRDM (8); y
 liberar la compresión del manguito guía comprimible (332) para acoplar de manera retenible el manguito guía comprimible a la carcasa CRDM.
- 30 4. El método de cualquiera de la reivindicación 3, en el que el manguito guía comprimible (332) comprende secciones flexibles comprimibles de múltiples hojas (342), en donde cada una de las secciones flexibles comprimibles de múltiples hojas comprende una brida (344), comprendiendo el método:
- 35 comprimir las secciones flexibles comprimibles de múltiples hojas para contraer las bridas antes de insertar el manguito guía comprimido en el embudo de guiado, y
 liberar la compresión del manguito guía comprimible después de la inserción en la carcasa CRDM para liberar las bridas para que se acoplen a un reborde avellanado (536) definido por la carcasa CRDM.
- 40 5. Un método para instalar un tubo de extensión (310) en un reactor nuclear (2) que comprende un mecanismo de accionamiento de barra de control, CRDM, una carcasa (650) con una boquilla de penetración de cabeza sin rosca y un manguito térmico (10) dispuesto en la misma, comprendiendo el método:
- 45 retirar el manguito térmico (10) de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca;
 mecanizar la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650);
 instalar y alinear un adaptador roscado (660) al extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650);
 50 unir el adaptador roscado (660) al extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650);
 mecanizar un orificio (654) definido por la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650);
 mecanizar un orificio (670) definido por el adaptador roscado (660);
 55 mecanizar un diámetro exterior de una junta (672) entre el extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650) y el adaptador roscado (660);
 instalar el tubo de extensión (310) en el adaptador roscado (660); y
 instalar cordones de soldadura de retención (676) entre el tubo de extensión (310) y el adaptador roscado (660).
- 60 6. El método de la reivindicación 5, en el que el mecanizado de la boquilla de penetración de la cabeza sin rosca la carcasa CRDM (650) comprende:
- preparar una cara (656) de la de la boquilla de penetración de la cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650); y
 65 retroceder un diámetro interior del orificio (654) definido por la boquilla de penetración de la cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650).

7. El método de la reivindicación 5, en el que la unión del adaptador roscado al extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650) comprende realizar una técnica de soldadura por penetración para formar la unión (672).
- 5 8. El método de la reivindicación 7, en el que la unión del adaptador roscado (660) al extremo mecanizado de la boquilla de penetración de cabeza sin rosca de la carcasa CRDM (650) comprende realizar una técnica de soldadura de penetración completa para formar la unión (672).
9. El método de la reivindicación 5, en el que la instalación del tubo de extensión (310) en el adaptador roscado (660) comprende:
- 10 roscar el tubo de extensión (310) en el adaptador roscado (660); y
aplicar un par de apriete al tubo de extensión (310) en el adaptador roscado (660).
10. El método de la reivindicación 5, que comprende calibrar una alineación del tubo de extensión (310) con respecto a la boquilla de penetración de cabeza sin rosca (650).
- 15 11. El método de la reivindicación 5, que comprende instalar un embudo de guiado (312) en un extremo no roscado del tubo de extensión (310).
- 20 12. El método de la reivindicación 11, que comprende instalar un manguito guía comprimible (332) en la carcasa CRDM (650).
13. El método de la reivindicación 12, en el que la instalación del manguito guía comprimible en la carcasa CRDM (650) comprende:
- 25 comprimir el manguito guía comprimible (332);
insertar el manguito guía comprimible (332) comprimido a través del tubo de extensión (310), la boquilla de penetración de la cabeza sin roscado, y la carcasa CRDM (650); y
liberar la compresión del manguito guía comprimible (332) para acoplar de manera retenible el manguito guía comprimible (332) a la carcasa CRDM (650).
- 30 14. El método de la reivindicación 13, en el que el manguito guía comprimible (332) comprende secciones flexibles comprimibles de múltiples hojas (342), en donde cada una de las secciones flexibles comprimibles de múltiples hojas comprende una brida (344), comprendiendo el método:
- 35 comprimir las secciones flexibles comprimibles de múltiples hojas para contraer las bridas antes de insertar el manguito guía comprimible (332) comprimido en el tubo de extensión (320); y
liberar la compresión del manguito guía comprimible (332) después de la inserción en la carcasa CRDM (650) para liberar las bridas para que se acoplen a un reborde avellanado (536) definido por la carcasa CRDM (650).
- 40 15. El método de cualquiera de la reivindicación 4 o 14, que comprende realizar una calibración final de una alineación del tubo de extensión (310).
16. El método de cualquiera de la reivindicación 3 o 15, en el que el manguito guía comprimible (332) se inserta en el embudo de guiado (312) desde una posición por debajo del cabezal de la vasija del reactor del reactor nuclear (2).
- 45 17. El método de cualquiera de la reivindicación 1 o 5, en el que el tubo de extensión (310) se instala desde una posición por debajo de un cabezal de la vasija del reactor del reactor nuclear (2).

50

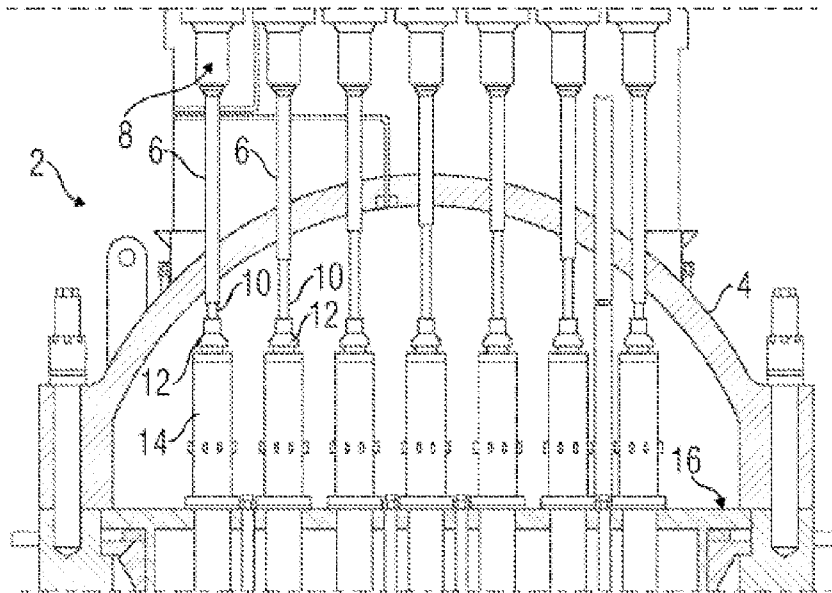


FIG. 1

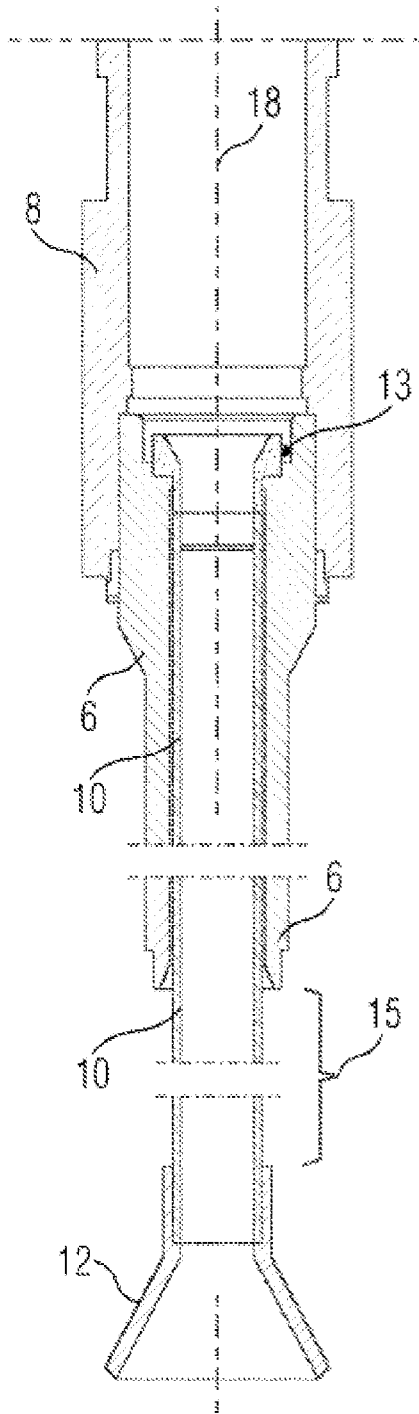


FIG. 2

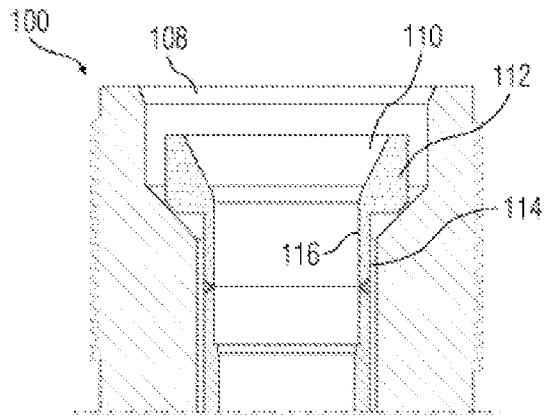


FIG. 3

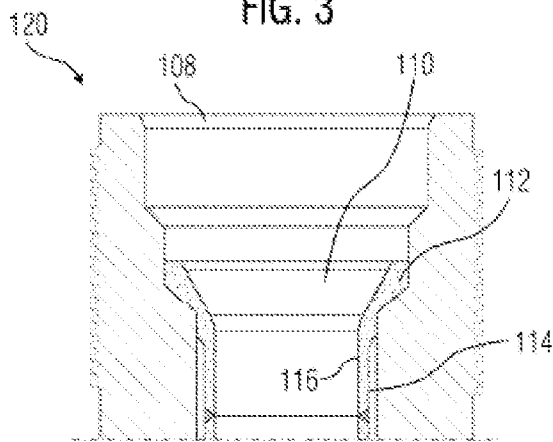


FIG. 4

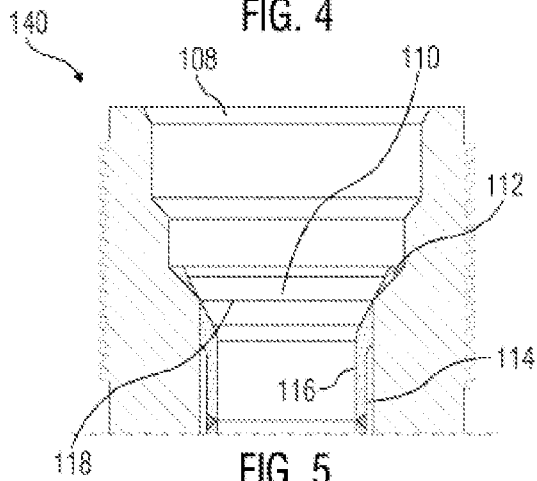


FIG. 5

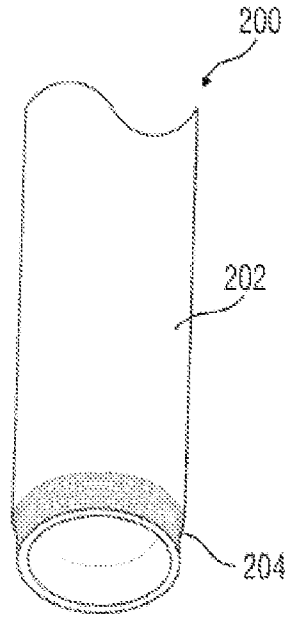


FIG. 6

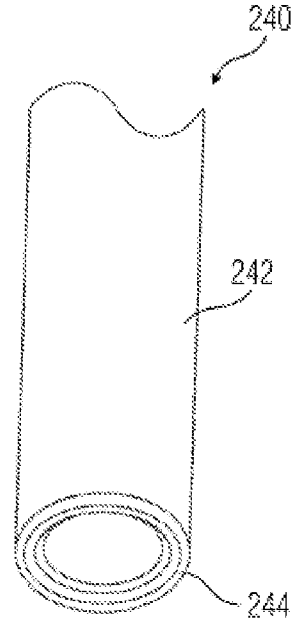


FIG. 7

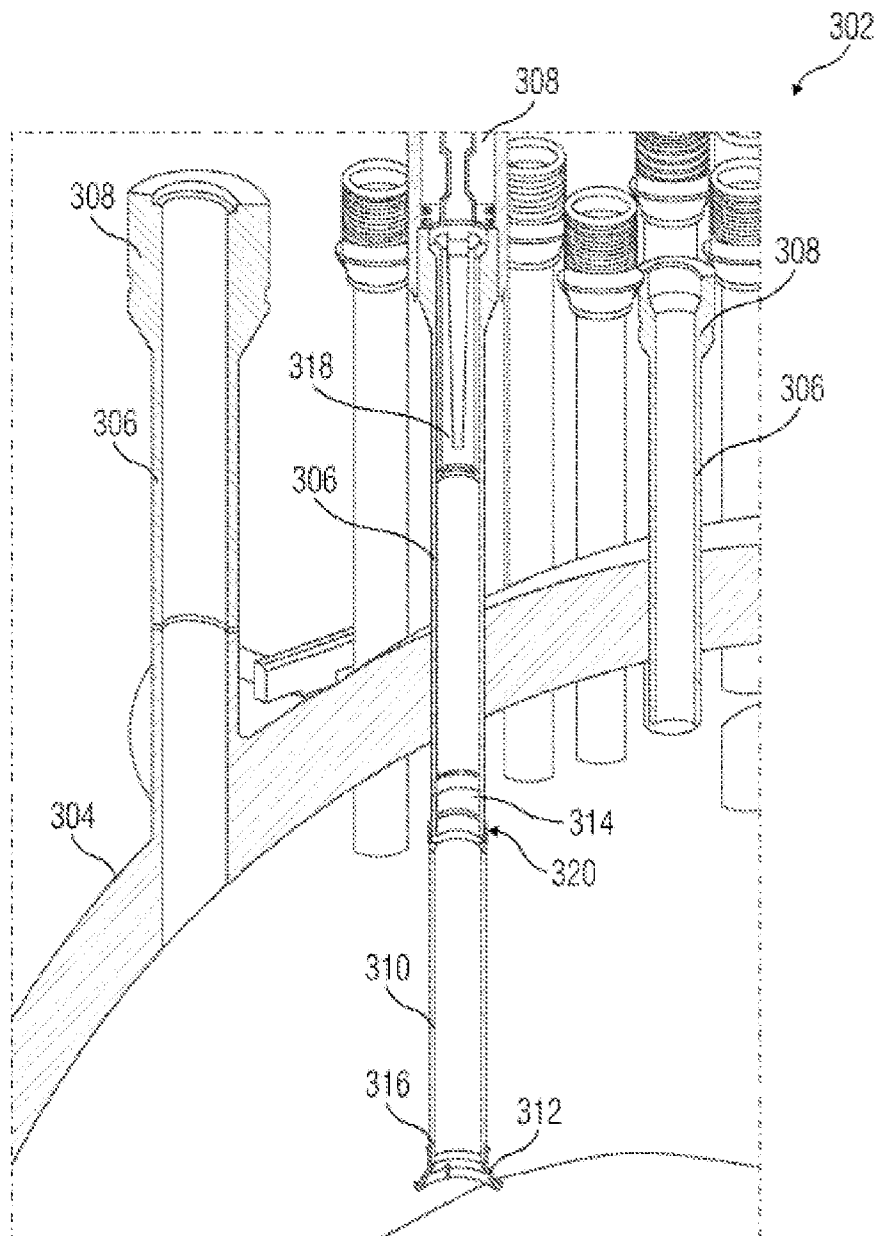


FIG. 8

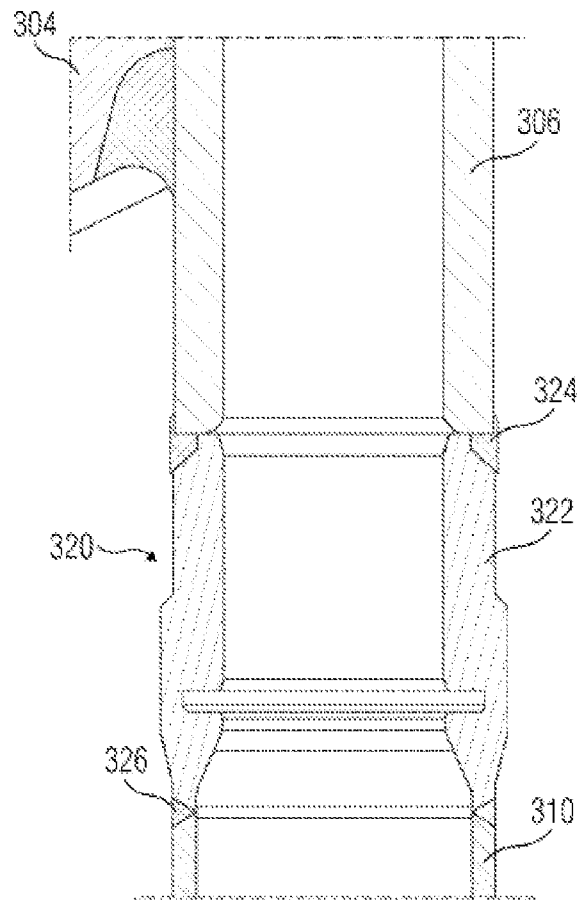


FIG. 9

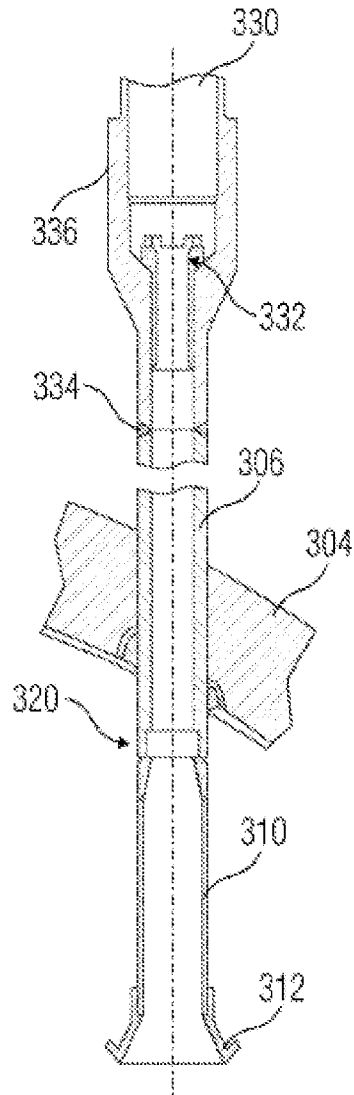


FIG. 10

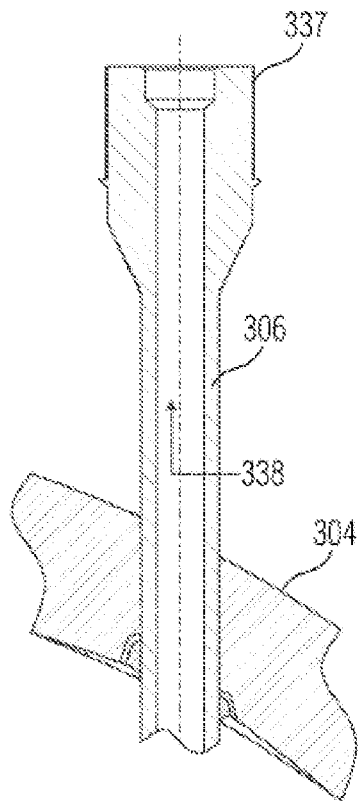


FIG. 11

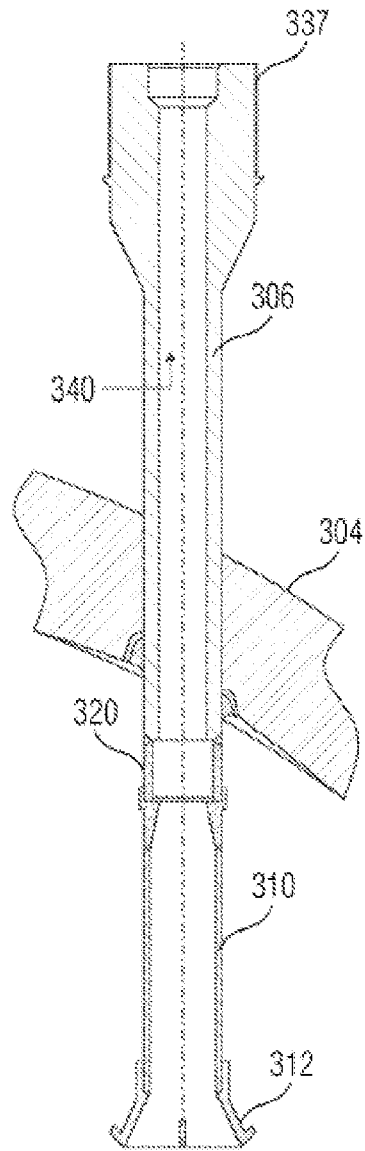


FIG. 12

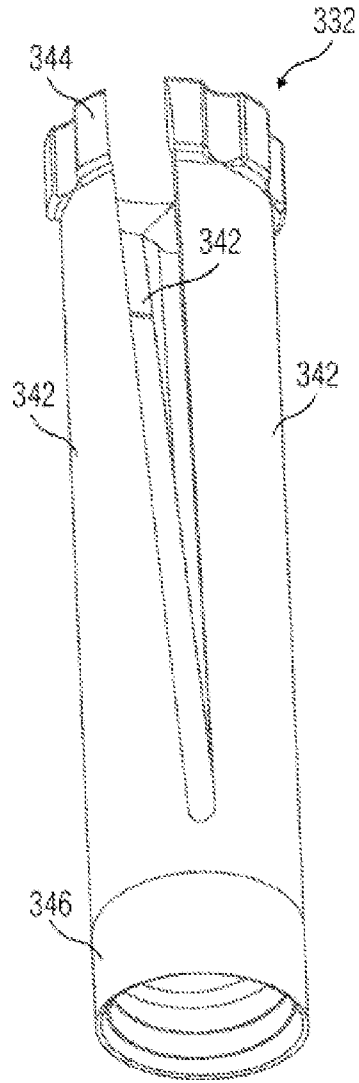


FIG. 13

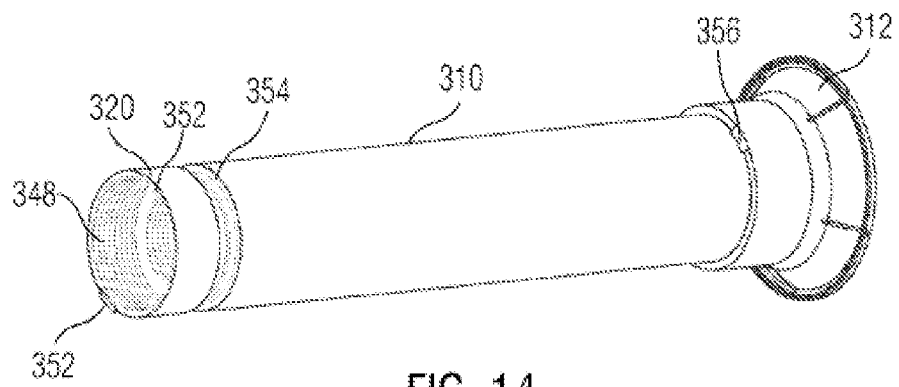


FIG. 14

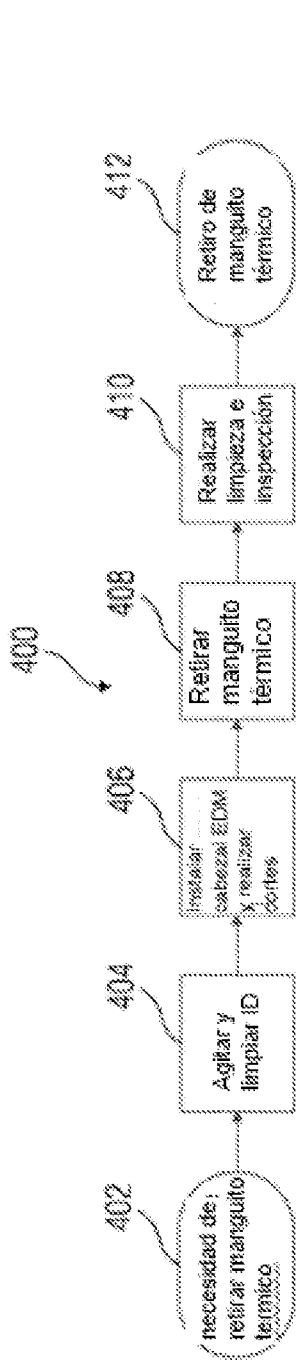


FIG. 15

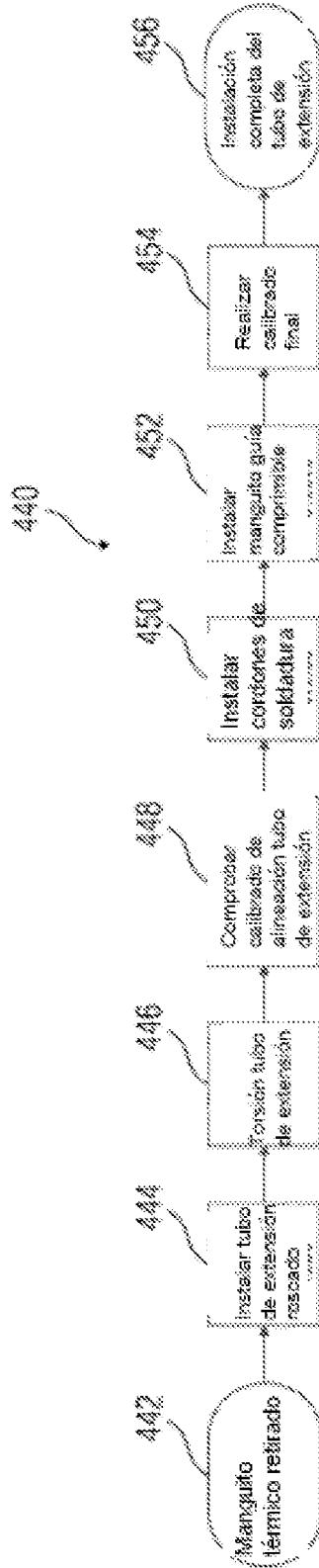


FIG. 16

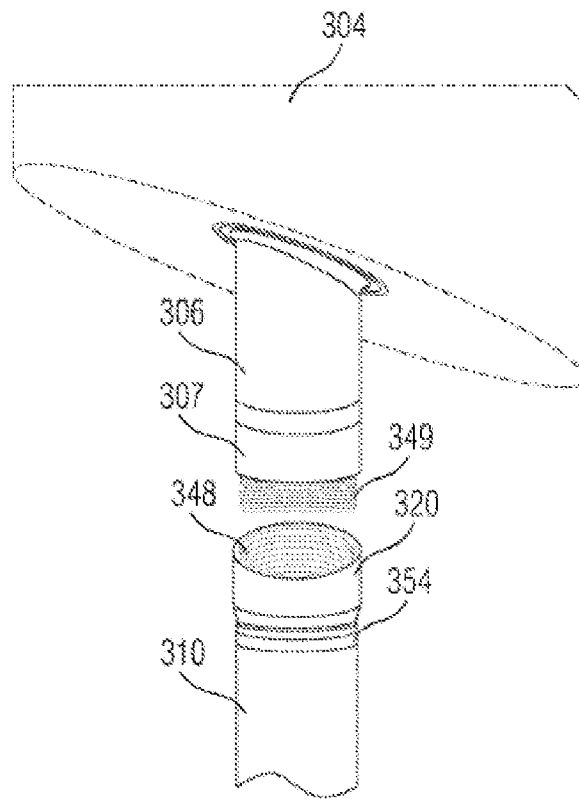


FIG. 17

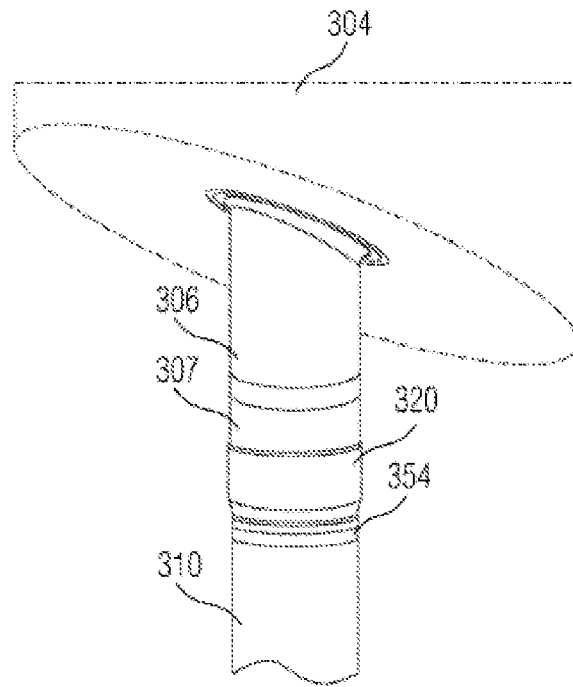


FIG. 18

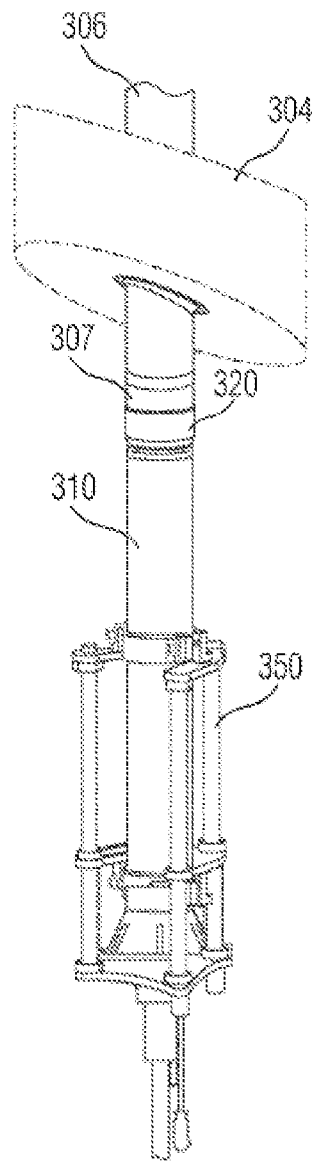


FIG. 19

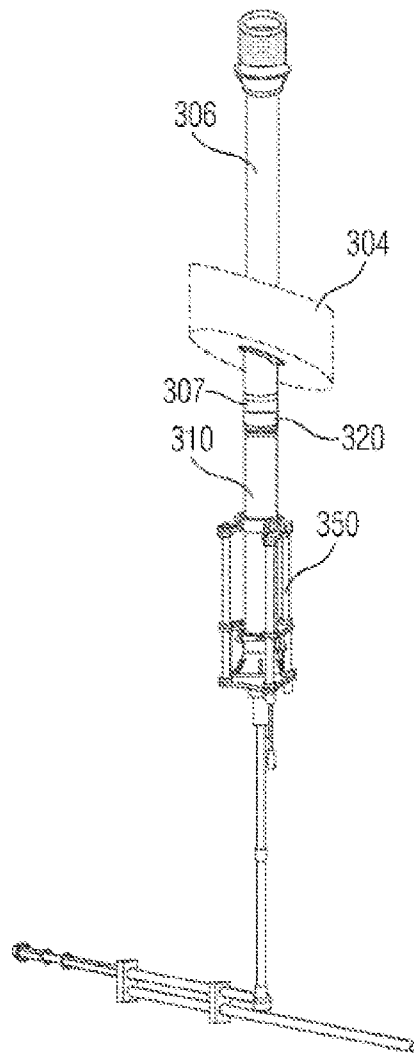


FIG. 20

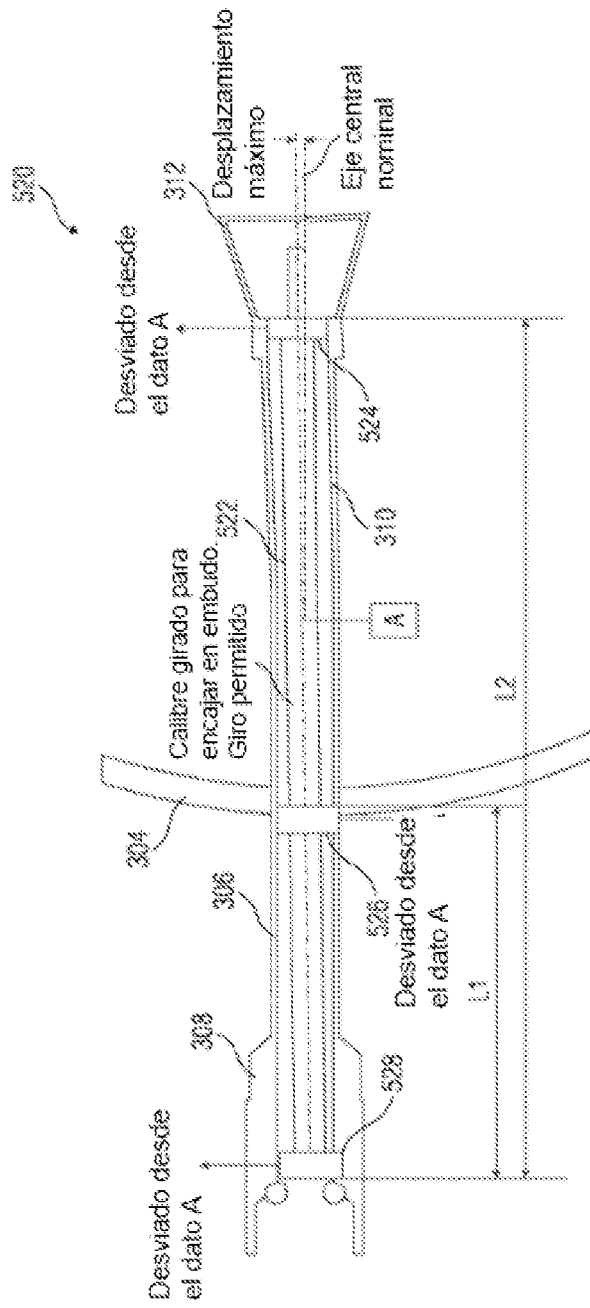


FIG. 21

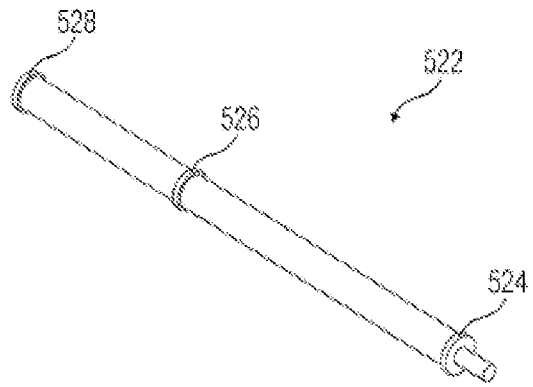


FIG. 22

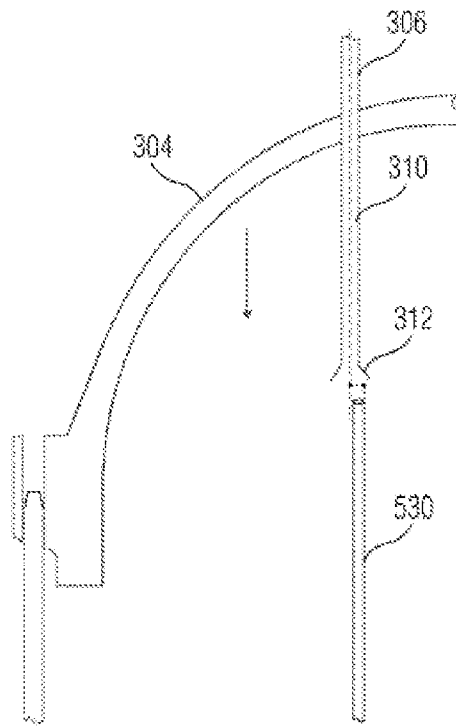


FIG. 23

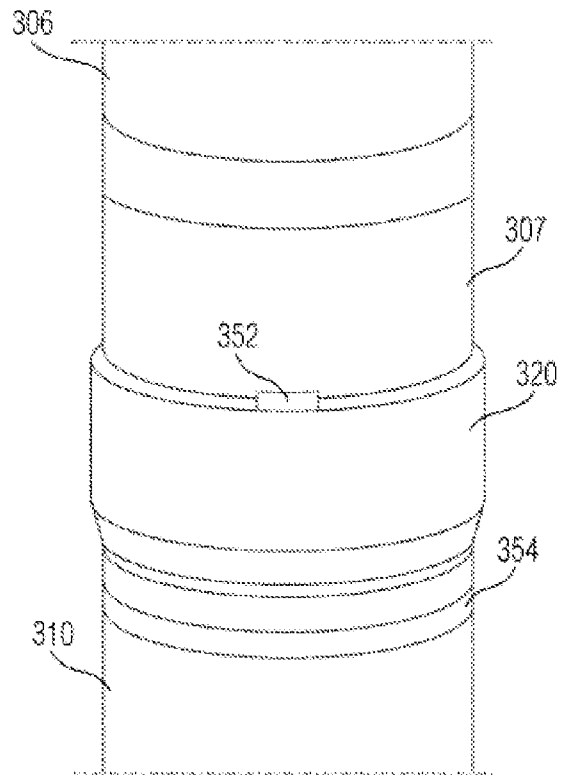


FIG. 24

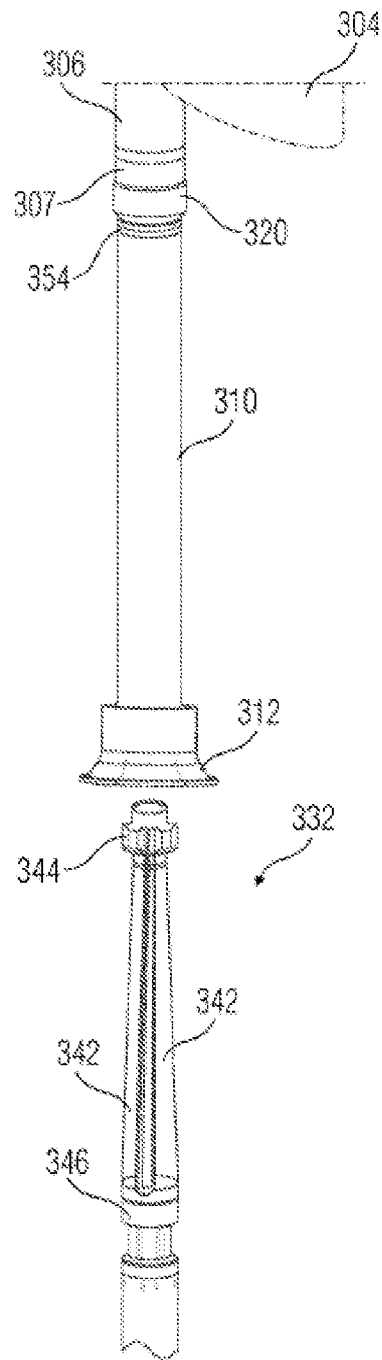


FIG. 25

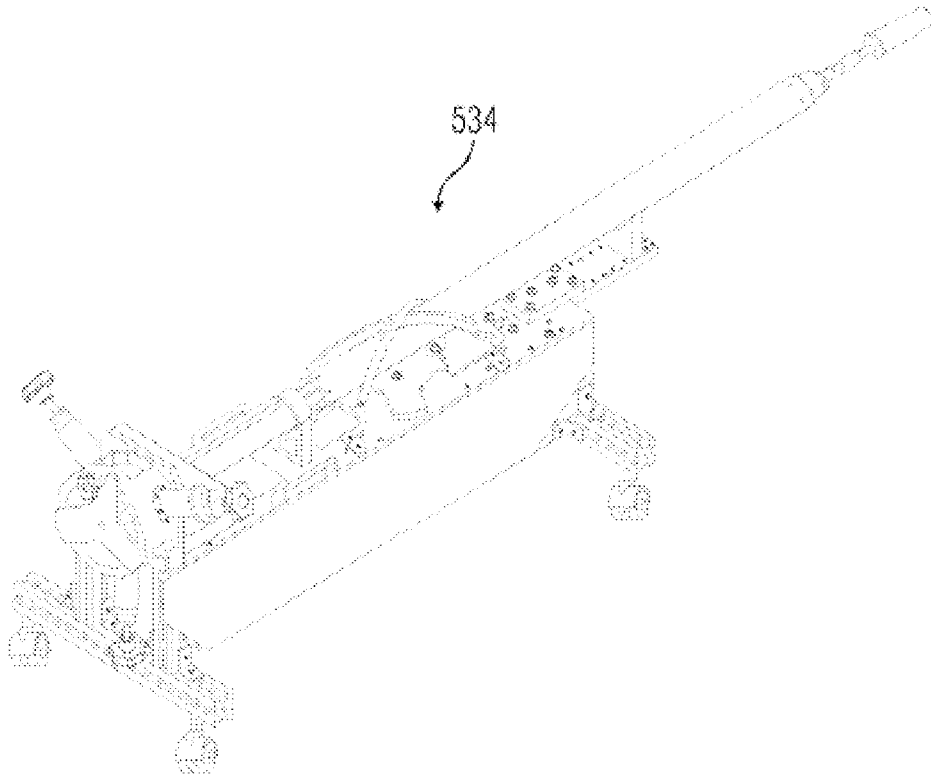


FIG. 26

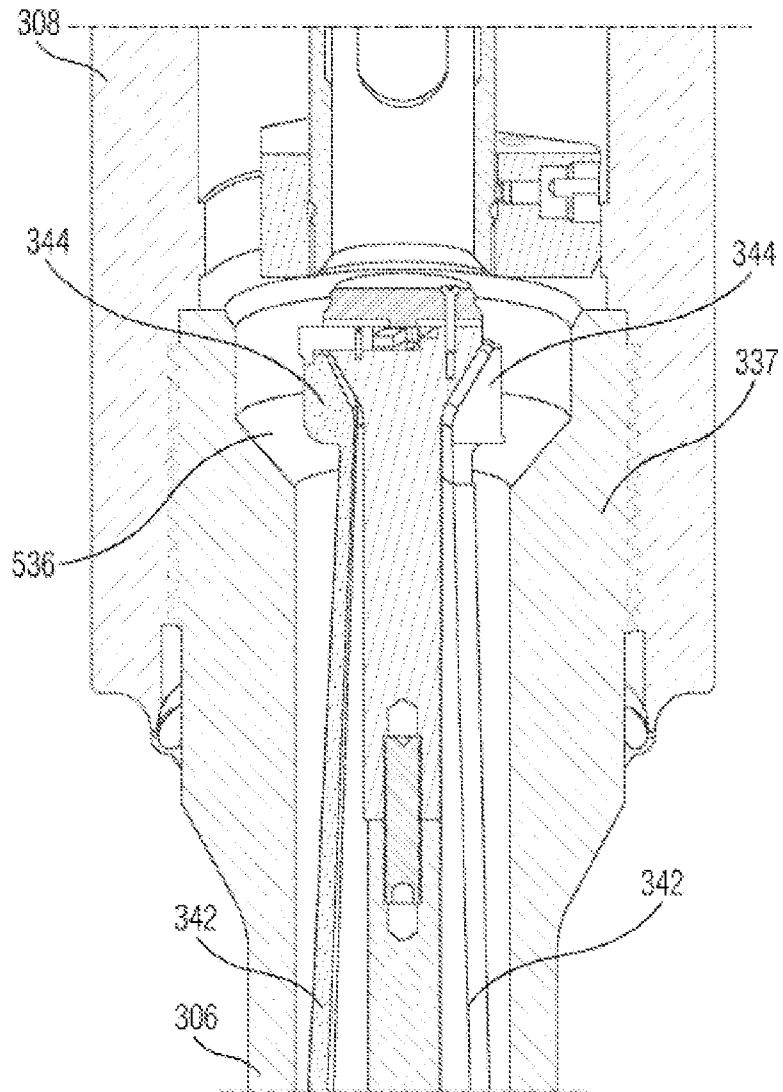


FIG. 27

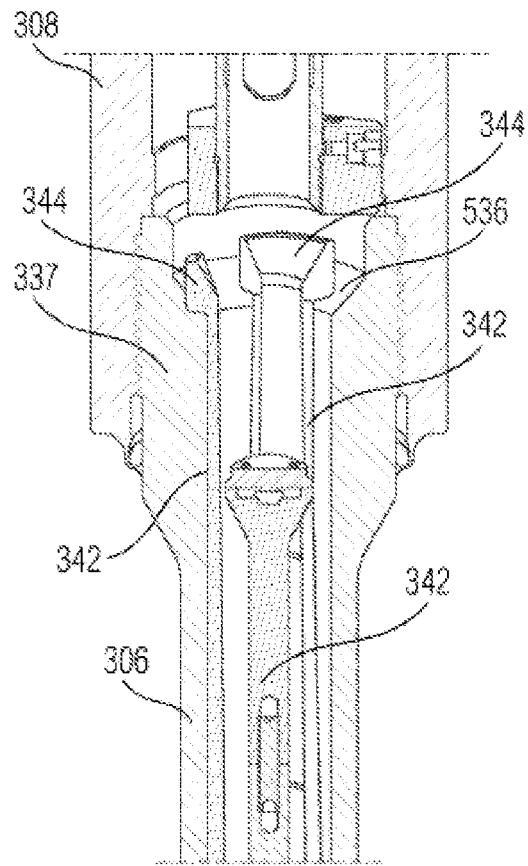


FIG. 28

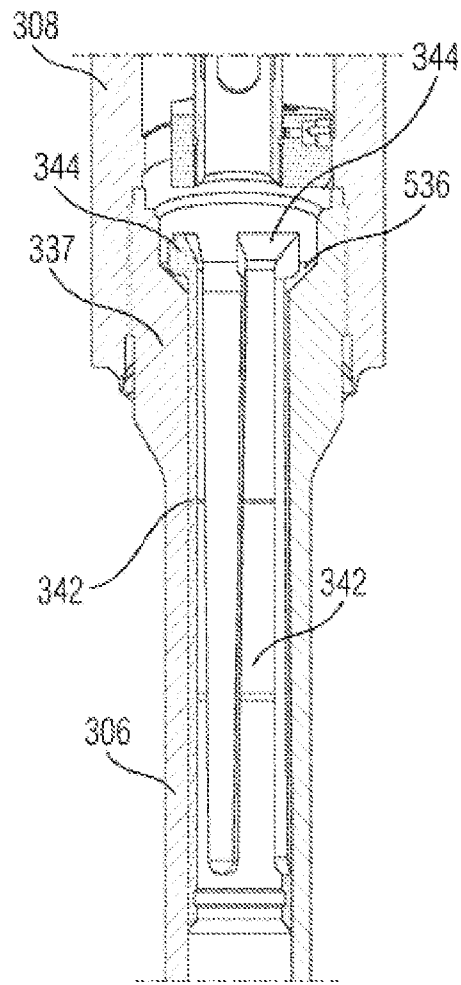


FIG. 29

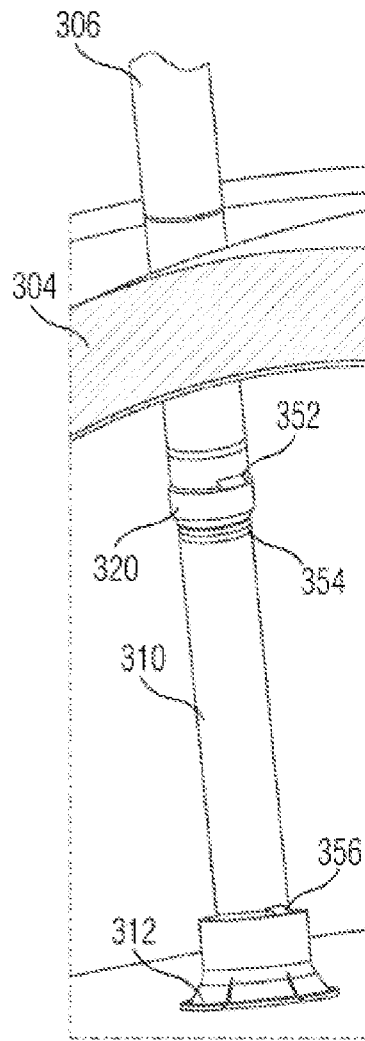


FIG. 30

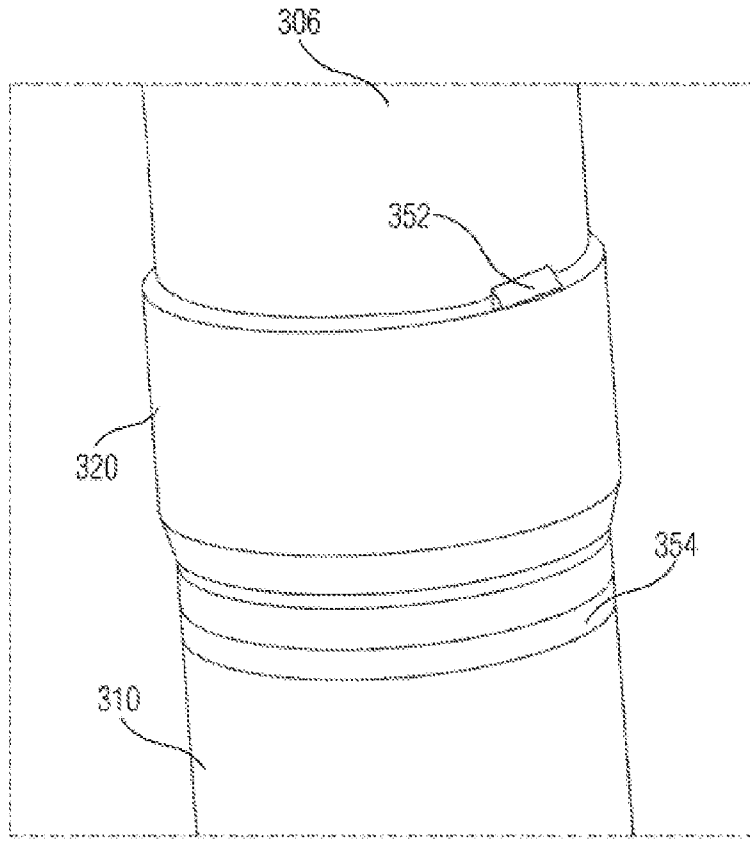


FIG. 31

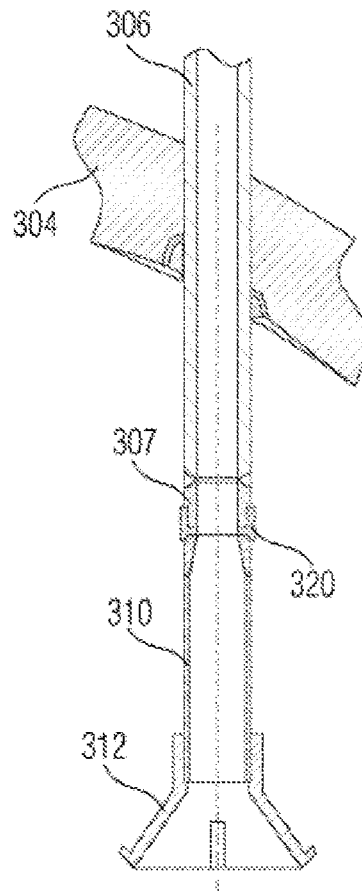


FIG. 32

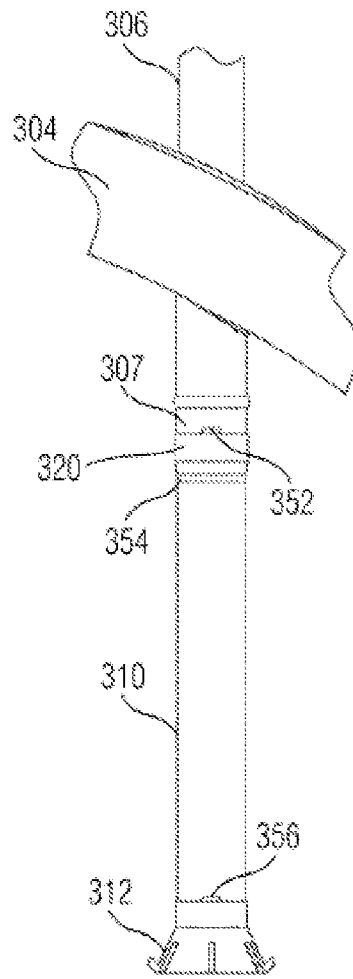


FIG. 33

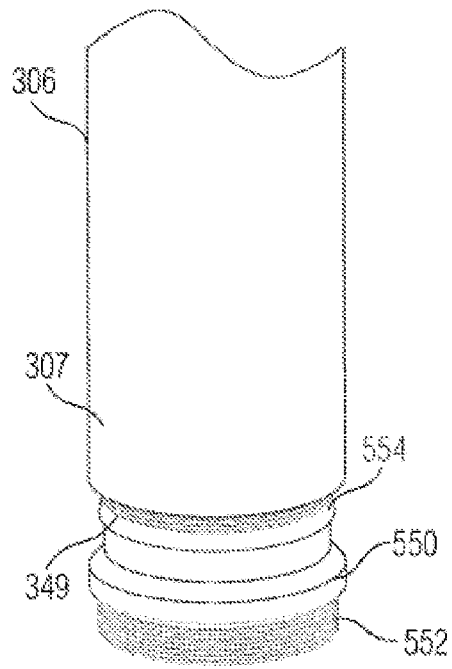


FIG. 34

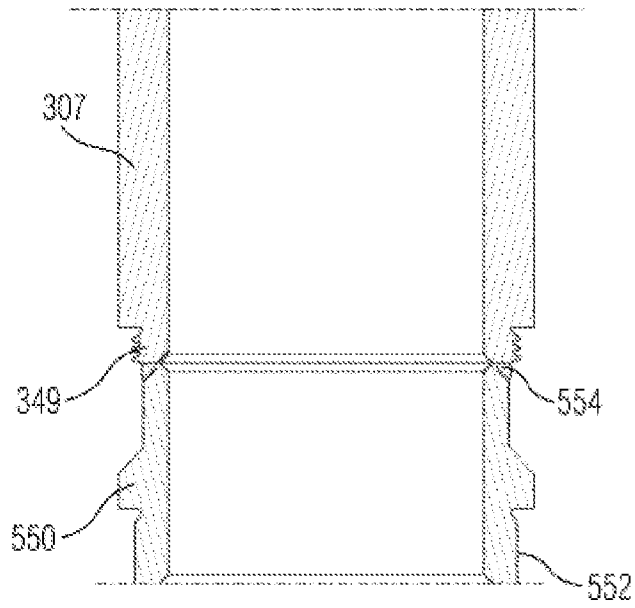


FIG. 35

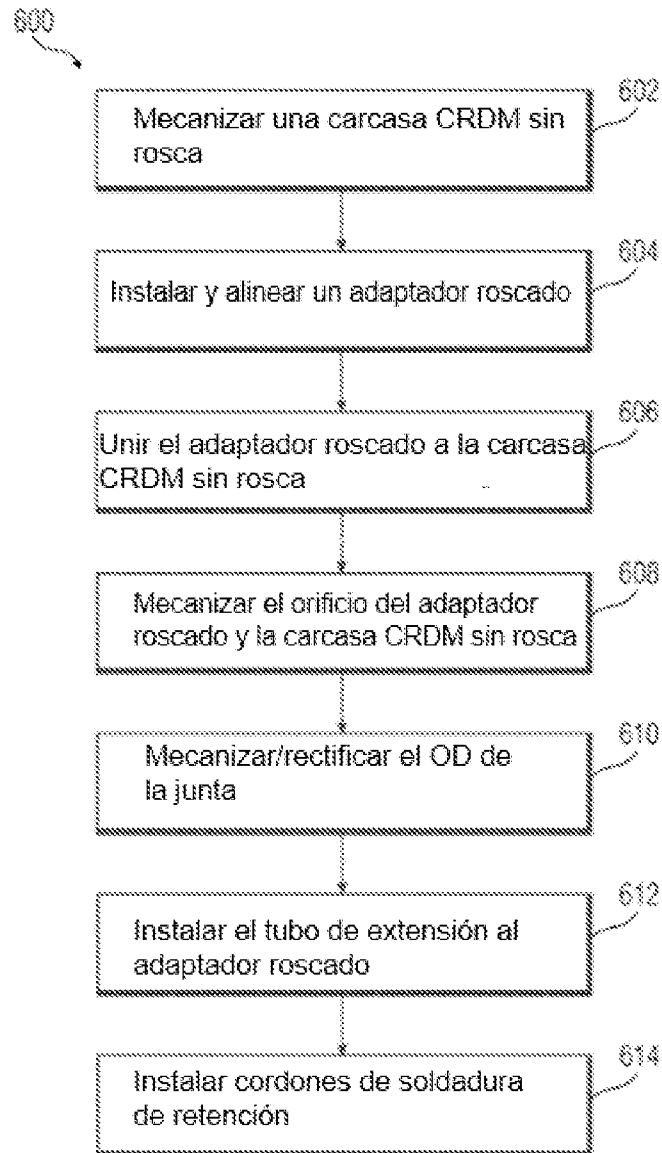


FIG. 36

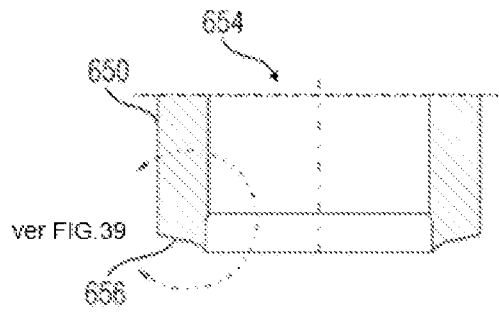


FIG. 38

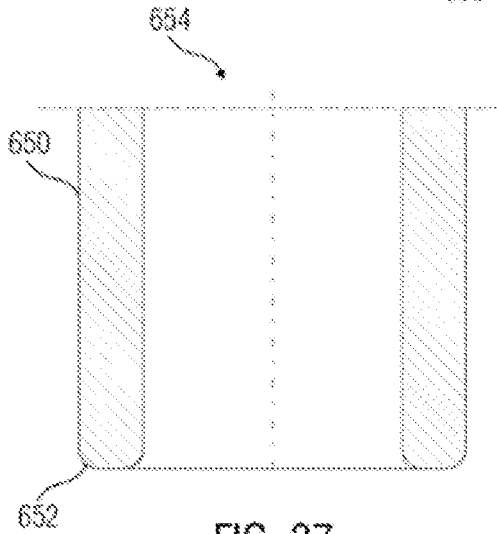


FIG. 37

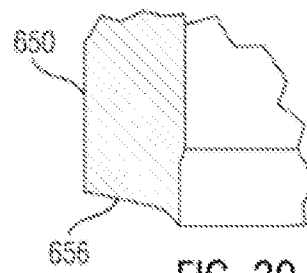


FIG. 39

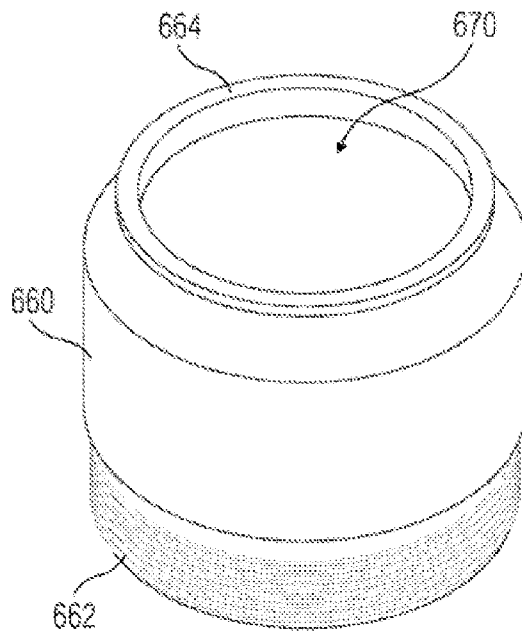
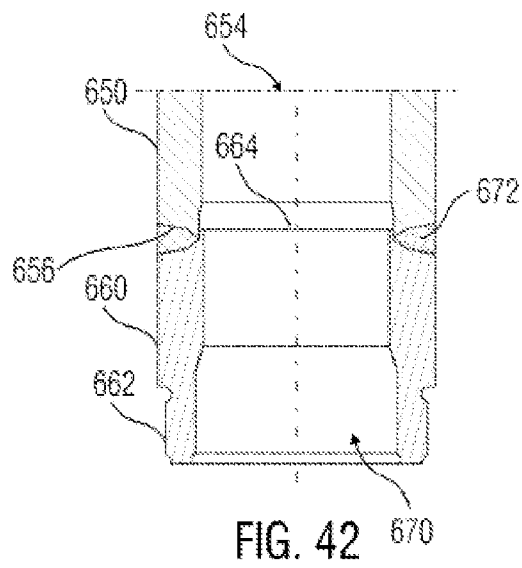
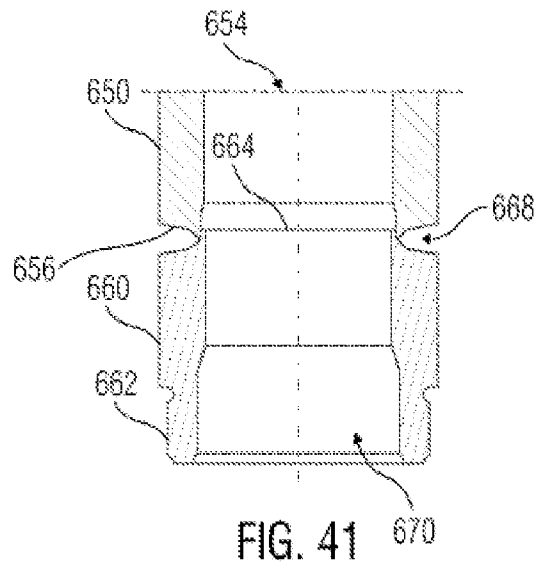
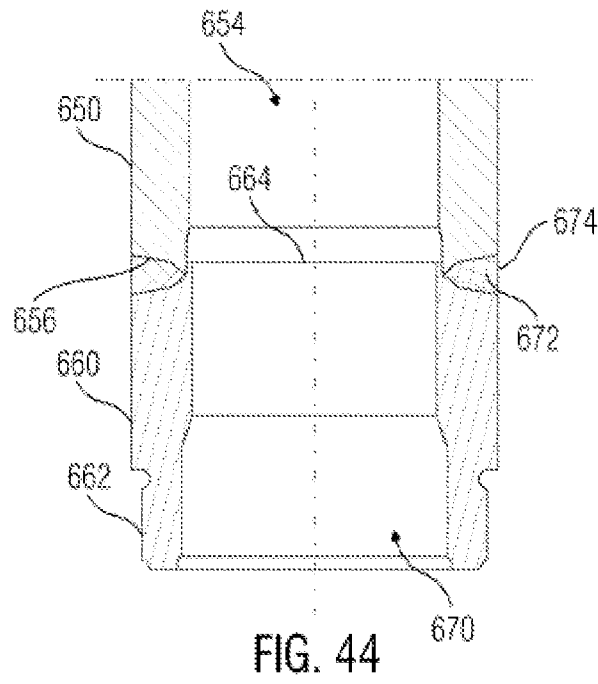
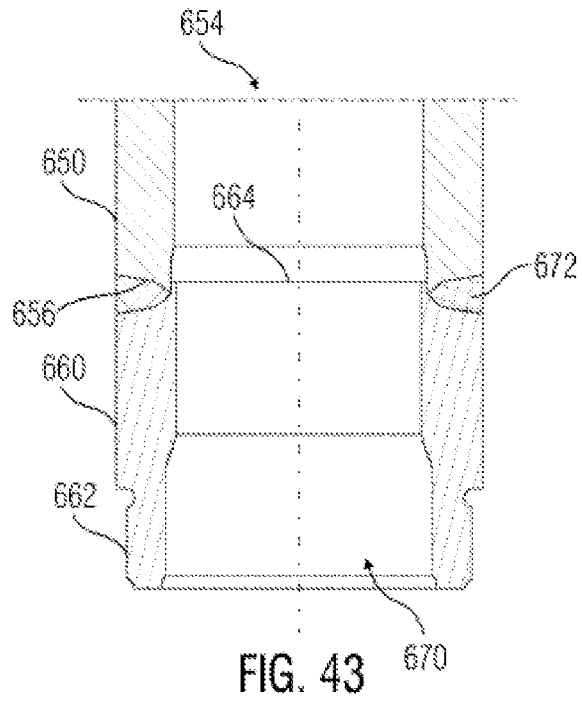


FIG. 40





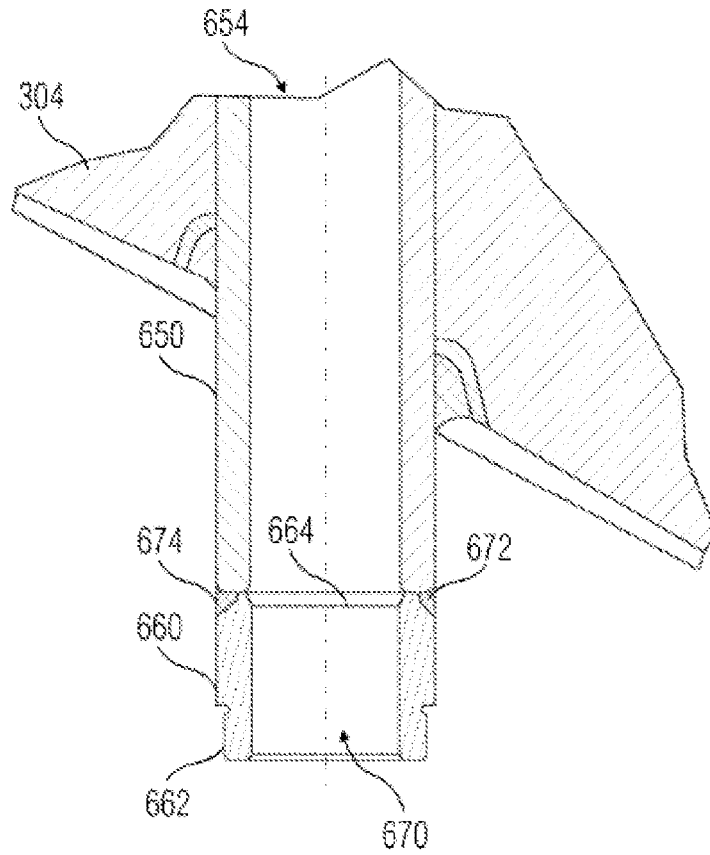


FIG. 45

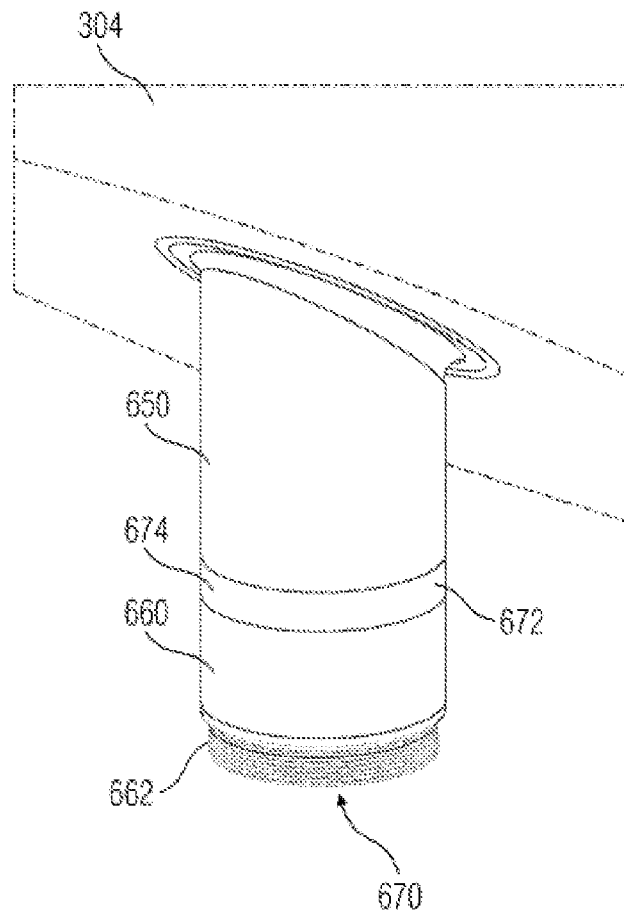


FIG. 46

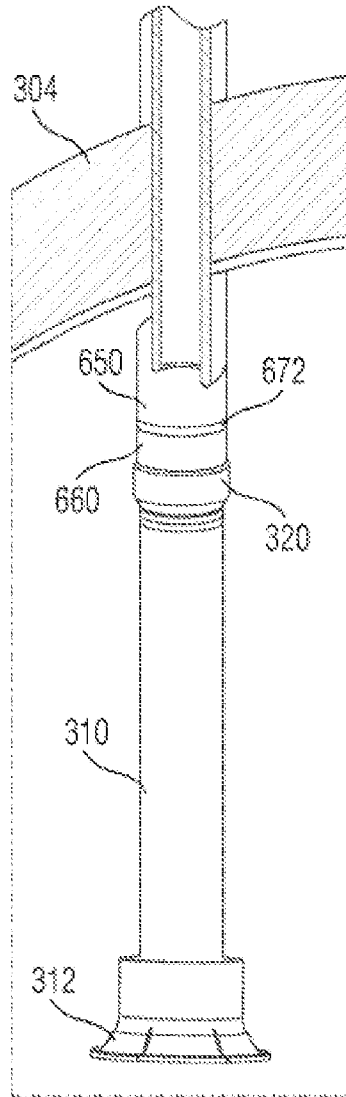


FIG. 47

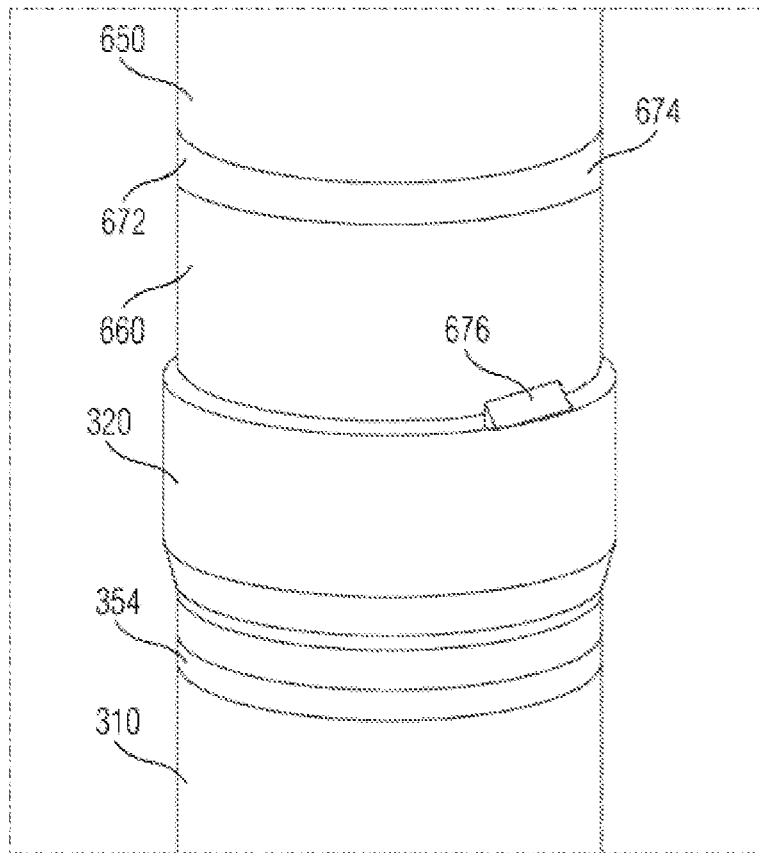


FIG. 48